XVII Всероссийское микропалеонтологическое совещание

Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы

ТРУДЫ

Москва • ПИН РАН • 2018

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 имени М.В. Ломоносова Казанский (Приволжский) федеральный университет

XVII Всероссийское Микропалеонтологическое совещание «Современная микропалеонтология –

проблемы и перспективы»

Казань, 24-29 сентября 2018 г.

ТРУДЫ

Proceedings of XVII All-Russian Micropaleontological Meeting «Modern Micropaleontology – Problems and Prospects» Kazan, September 24–29, 2018



МОСКВА 2018 УДК 56 ББК 28.1 Т 410 ISBN 978-5-903825-43-1

Труды XVII Всероссийского микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы» (Казань, 24–29 сентября 2018 г.) / Ответственные редакторы М.С. Афанасьева и А.С. Алексеев. М.: ПИН РАН, 2018. 559 с.

Сборник трудов составлен по докладам, представленным на XVII Всероссийском микропалеонтологическом совещании с международным участием «Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы» (Казань, 24–29 сентября 2018 г.). Тематика докладов охватывала широкий круг вопросов по эволюции и развитию различных групп микроорганизмов от фораминифер, радиолярий, остракод, конодонтов, органостенных и известковых диноцист, нанопланктона до микропроблематик, диатомовому и споровопыльцевому анализу и использованию полученных данных для биостратиграфического расчленения, корреляции и реконструкций палеособытий, оценки климатических изменений в прошлом, а также мониторинга и прогнозирования этих изменений.

Ответственные редакторы М.С. Афанасьева и А.С. Алексеев

Научные рецензенты: д. г.-м.н. М.С. Афанасьева, д. г.-м.н. В.С. Вишневская, к. г.-м.н. Н.В. Горева, д. г.-м.н. Л.Ф. Копаевич, к. г.-м.н. Т.В. Орешкина, к. г.-м.н. Е.Б. Пещевицкая, д. г.-м.н. Е.М. Тесакова, к. г.-м.н. Т.В. Филимонова

Proceedings of XVII All-Russian Micropaleontological Meeting «Modern Micropaleontology – Problems and Prospects» (Kazan, September 24–29, 2018). Marina S. Afanasieva and Alexander S. Alekseev, editors. Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 2018, pp. 1–559.

The collection of works is based on the reports at the XVII All-Russian Micropaleontological Meeting with international participation "Modern Micropaleontology – Problems and Prospects" (Kazan, September 24–29, 2018). The reports covered a wide range of issues on the evolution and development of various groups of microorganisms: foraminifers, radiolarians, ostracods, conodonts, organic-wall and calcareous dinocysts, nanoplankton, microproblematics, diatoms and palinofossils, and the use of the data for biostratigraphic subdivision and correlation, paleoevents reconstructions, estimation of past climate changes, as well as monitoring and forecasting these changes.





© Коллектив авторов, 2018 © Комиссия по микропалеонтологии при Научном совете РАН, 2018 © ПИН РАН, 2018

ОТ XIV К XVII ВСЕРОССИЙСКОМУ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОМУ СОВЕЩАНИЮ

Микропалеонтология как самостоятельный раздел палеонтологии обособилась более 100 лет назад. В двадцатые и тридцатые годы прошлого столетия бурное развитие этого направления совпало с нефтяным бумом и, следовательно, с потребностью изучения полученного из скважин материала – бурового шлама и керна, в небольшом объеме которого нередко можно найти мириады хорошо сохранившихся микроскопических ископаемых. Следующий этап активного развития микропалеонтологии был связан с глубоководным бурением в океанах, которое поставляла колоссальный объем фактического материала по микрофоссилиям прекрасной сохранности. В последние годы интерес к микропалеонтологии возрос в связи с необходимостью восполнения ресурсной базы нефтяной отрасли России, как за счет сланцевой нефти, так и других источников. Вклад ученых микропалеонтологов имеет колоссальное значение не только для всей нефтегазовой отрасли, но и для других направлений геологии. Изучение ископаемых микрофоссилий является непременной составной частью фундаментальных научных исследований в области палеонтологии и биостратиграфии, а значение микроорганизмов как показателей экологических изменений, происходивших в современных и древних морских и пресноводных бассейнах, возрастает с каждым годом.

Исследования в области микропалеонтологии в последние годы набирают темпы. Об этом свидетельствует проведение 17 Всероссийских Микропалеонтологических совещаний, начиная с 1954 года. Совещания проводились в Москве (1954, 1956, 1963, 1966, 1990, 2005), Ленинграде (1960, 1986), Новосибирске (1973, 2008), Сыктывкаре (1977), Баку (1980), Ухта (1983), Томск (1997), Геленджик (2012), Калининград (2015), Казань (2018). Микропалеонтологическое совещание – традиционное научное мероприятие, которое проходит раз в три года в разных регионах России.



Рис. 1. Участники XIII Всероссийского Микропалеонтологического Совещания "Микропалеонтология в России на рубеже веков» (Москва, 23 ноября 2005 г.)

XIII Всероссийское Микропалеонтологическое Совещание "Микропалеонтология в России на рубеже веков» состоялось 21–23 ноября 2005 г. в г. Москве на базе Геологического института РАН. Было представлено 128 докладов, охватывающих весь стратиграфический диапазон от протерозоя до кайнозоя по всем группам микроископаемых. В работе совещания приняли участие специалисты из России, Грузии, Израиля, Белоруссии, Украины, Казахстана, Канады, США, Словении.

XIII Всероссийское Микропалеонтологическое Совещание "Микропалеонтология в России на рубеже веков» состоялось 21–23 ноября 2005 г. в г. Москве на базе Геологического института РАН. Было представлено 128 докладов, охватывающих весь стратиграфический диапазон от протерозоя до кайнозоя по всем группам микроископаемых. В работе совещания приняли участие специалисты из России, Грузии, Израиля, Белоруссии, Украины, Казахстана, Канады, США, Словении.

XIV Всероссийское Микропалеонтологическое Совещание "Современная микропалеонтология: палеобиологические и геологические аспекты" состоялось 25–27 сентября 2008 г. в г. Новосибирске на базе Института нефтегазовой геологии и геофизики им А.А. Трофимука Сибирского Отделения РАН и было посвящено 105-ой годовщине со дня рождения одного из основоположников отечественной микропалеонтологии члена-корреспондента АН БССР, профессора А.В. Фурсенко.

В работе XIV Всероссийского Микропалеонтологического совещания приняло участие 85 специалистов из 14 городов России: Новосибирск, Москва, Санкт-Петербург, Владивосток, Воронеж, Иркутск, Уфа, Екатеринбург, Томск, Геленджик, Красноярск, Казань, Тюмень, и зарубежных гостей из Алматы (Казахстан) и Брно (Чехия). Заочное участие в работе конференции (публикация научных статей) приняли сотрудники различных геологических учреждений России, Грузии, Армении, Белоруссии, Украины, Казахстана. Было заслушано



Рис. 2. Участники XIV Всероссийского Микропалеонтологического Совещания "Современная микропалеонтология: палеобиологические и геологические аспекты" (Новосибирск, 25 сентября 2008 г.) 62 устных и 33 стендовых докладов на пленарных и секционных заседаниях. На совещании были представлены практически все группы фанерозойской микрофауны, палиноморф и докембрийских микробиот.

К началу XIV Всероссийского микропалеонтологического Совещания были опубликованы Материалы в спецвыпуске журнала «Новости палеонтологии и стратиграфии» (№ 10–11), издающегося в качестве приложения к журналу «Геология и геофизика». В этом выпуске опубликовано 138 научных статей, общим объемом 58 печатных листов.

На совещании были представлены доклады по всем группам микрофоссилий. По фораминиферам заслушаны 12 устных докладов и рассмотрено 7 стендовых из 43 опубликованных. По остракодам представлены 7 устных докладов и 6 стендовых, из 16 опубликованных. По радиоляриям рассмотрены 5 устных и 4 стендовых доклада из 10 опубликованных. По конодонтам рассмотрено 7 устных и 4 стендовых доклада из 13 опубликованных. По диноцистам 4 устных и 4 стендовых доклада из 10 опубликованных. По дииоцистам 4 устных и 4 стендовых доклада из 10 опубликованных. По диатомовому анализу представлены 9 устных и 4 стендовых доклада из 13 опубликованных. По палинологии 13 устных и 5 стендовых докладов из 32 опубликованных. По наннопланктону докладов не было, но 3 публикации вошли в труды совещания. По другим группам микрофоссилий обсуждено 5 устных докладов и 3 постера.

ХV Всероссийское Микропалеонтологическое совещание «Современная микропалеонтология» проводилось в г. Геленджик, на базе отделения Кубанского государственного университета с 12 по 16 сентября 2012 года. Организаторами XIV Всероссийского Микропалеонтологического совещания были Геологический институт РАН, Кубанский государственный университет, Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Геологический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Труды XV Всероссийского Микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология» содержат 135 статей по пленарным, секционным и стендовым докладам. Для обсуждения были заявлены микропалеонтологические материалы от делегатов из России, 3 стран СНГ и 4 зарубежных стран: России (161), Белоруссии (6), Украины (5), Грузии (1) и Германии (6),



Рис. 3. Участники XV Всероссийского Микропалеонтологического Совещания "Современная микропалеонтология» (Геленджик, 12 сентября 2012 г.)

Канады (2), США (2), Израиля (2). В работе совещания приняли участие более 80 ведущих ученых из разных городов России.

С 24 по 27 августа 2015 года в г. Калининграде состоялось XVI Всероссийское микропалеонтологическое совещание «Современная микропалеонтология». Совещание было организовано Атлантическим отделением Института океанологии им. П.П. Ширшова (АО ИО РАН) при поддержке РФФИ, а также Балтийского федерального университета им. И. Канта.

Тематика охватывала широкий круг вопросов по эволюции и развитию различных групп микроорганизмов (фораминиферы, радиолярии, остракоды, диноцисты, нанопланктон и проблематики), диатомовому и споро-пыльцевому анализу и их использованию для реконструкций палеособытий, оценки климатических изменений в прошлом, а также мониторинга и прогнозирования этих изменений.

Тематика охватывала широкий круг вопросов по эволюции и развитию различных групп микроорганизмов (фораминиферы, радиолярии, остракоды, диноцисты, нанопланктон и проблематики), диатомовому и споро-пыльцевому анализу и их использованию для реконструкций палеособытий, оценки климатических изменений в прошлом, а также мониторинга и прогнозирования этих изменений.

В трудах XVI Всероссийского Микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология» представлены материалы 185 делегатов, среди которых 1/3 составляют студенты, магистранты, аспиранты и молодые сотрудники. Совещание проводилось в рамках девяти сессий: На сессии общие вопросы палеонтологии и биостратиграфии было представлено 7 докладов, фораминиферы – 40, конодонты – 8, остракоды – 10, радиолярии и спикулы губок – 12, наннопланктон – 6, водоросли – 16, палиноморфы – 24 и проблематические остатки и другие группы микрофауны – 11.

В работе XVII Всероссийского Микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы» (Казань, 24–29 сентября 2018 г.), которое проходило в Институте геологии и нефтегазовых технологий Казанского федерального



Рис. 4. Участники XV Всероссийского Микропалеонтологического Совещания "Современная микропалеонтология» (Геленджик, 16 сентября 2012 г.)

университета приняли участие 105 ведущих ученых микропалеонтологов со всей России: от Калининграда до Владивостока и даже 11 зарубежных стран (США, Канада, Германия, Израиль, Индия, Узбекистан, Кыргызстан, Казахстан, Азербайджан, Йемен, Аргентина). В состав организационного комитета вошли: Комиссия по микропалеонтологии при Научном совете РАН по проблемам палеобиологии и эволюции органического мира, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Геологический институт РАН, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Российская академия естественных наук и Российский фонд фундаментальных исследований.

Во время конференции было заслушано 92 доклада: сделано 62 устных доклада и 30 стендовых (сессия Биостратиграфия – 7 докладов, сессия Палеогеография – 7 докладов, сессия Фораминиферы – 24 доклада, сессия Остракоды – 8 докладов, сессия Конодонты – 12 докладов, сессия Радиолярии – 11 докладов, сессия Диатомовые водоросли – 5 докладов, палиноморфы 8 и сессии: Микропроблематики и их палеобиологическая интерпретация и Методические вопросы микропалеонтологических исследований – 9 докладов), 82 из них были сделаны российскими учеными, аспирантами и студентами, 10 – зарубежными. Проведено 8 заседаний рабочих групп.

На сессии Биостратиграфия на основе микрофоссилий было заслушано 5 устных докладов и представлено 2 стендовых доклада, которые были сделаны молодыми учёными. Показано, что наиболее важными микрофоссилиями для биостратиграфии мезозоя являются фораминиферы, нанопланктон, радиолярии, известковые и органостенные диноцисты.

На сессии Палеогеографические реконструкции по данным микропалеонтологии: палеоэкология, особенности расселения древних сообществ и пути их миграции было представлено 4 устных докладов и 3 стендовых. 3 доклада были сделаны молодыми учёными. В докладах задействованы из микрофауны фораминиферы, остракоды, конодонты, споры и пыльца.

Сессия Фораминиферы. На секции было заслушано 19 устных докладов и представлено 5 стендовых. 11 докладов были сделаны молодыми учёными. Доклады посвящены всем геологическим интервалам фанерозоя. 7 докладов по фораминиферам палеозоя;5 докладов



Рис. 5. Совместное фото участников в первый день проведения XVI Всероссийского Микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология» (Калининград, 25 августа 2015 г.)

по фораминиферам мезозоя; 3 доклада по кайнозою. 1 доклад мемориальный: – Памяти Владимира Наумовича Бенямовского. Доклады посвящены самым разнообразным аспектам: биостратиграфии, палеобиологии, палеобиохимии, фациальному анализу, систематике фораминифер, новым методам изучения, истории науки.

В настоящее время в России активно работает 39 специалистов по фораминиферам, из них 10 молодых. За последние 3 года ими защищено 2 кандидатские диссертации по фораминиферам (Овсепян Я.С., Кольпэр Клементин, Пэгги, Анн-Мари).

Из итогов нынешней конференции и нескольких предыдущих стоит отметить довольно активное участие специалистов по фораминиферам в Микропалеонтологическом совещании.

На Сессии Остракоды было заслушано 6 устных докладов и представлено 2 стендовых. 4 доклада были сделаны молодыми учёными. Они посвящены всем геологическим интервалам. Впервые приведены данные изотопного анализа остракод.

На сессии отмечена потеря и для всех нас и для мирового остракодового сообщества Евгения Ивановича Шорникова, ушедшего из жизни в 2016 году, невероятная работоспособность, точность и кропотливость в работе которого, сделали еговедущим специалистом по остракодам России.

В настоящее время в России насчитывается 32 остракодчика, плюс 2 на Украине (Киев) и 2 в Азербайджане (Баку); всего 36 человек. Из них 13 – молодые специалисты. Судя по публикационной активности, в том числе по статьям, присланным на конференцию Микро-2018, активно работают около 25 человек.

Сессия Конодонты. На секции по конодонтам было заслушано 6 устных докладов и представлено 6 стендовых. 4 доклада были сделаны молодыми учёными. Они посвящены самым разнообразным аспектам: биостратиграфии, палеобиологии, палеобиохимии, новым методам изучения, истории науки.

В настоящее время в России активно работает более 20 конодонтологов, из них 4 молодых. За последние три года ими защищено две кандидатские диссертации по конодонтам (А.Н. Плотицын, М.А. Соболева).

Из итогов нынешней конференции и нескольких предыдущих стоит отметить довольно малое участие конодонтологов в микропалеонтологическом совещании, хотя это единственная профильная конференция в нашей стране. На этом фоне радует активность 4 молодых участников.

Сессия Радиолярии. На секцию радиолярий было представлено 11 докладов (из них 6 стендовых) от 8 авторов из 3 городов России (Москва, Новосибирск, Владивосток) и одного зарубежного коллеги (Д. Болтовской, Университет Буэнос-Айреса, Аргентина). Доклады были посвящены самым разнообразным аспектам науки: биостратиграфии (5), систематике (2), морфологии (1) и биогеографии (3).

Радиоляристы России, к сожалению, представляют только 5% от всемирного радиоляриевого сообщества, насчитывающего более 300 исследователей, среди которых около 2/3 составляют ученые Японии и Китая.

В настоящее время в России активно работают 16 радиоляристов, из Москвы (11), Сант-Петербурга (1), Новосибирска (1), Хабаровска (2) и Владивостока (1), которые занимаются всесторонним исследованием радиолярий палеозоя (3), мезозоя (6), кайнозоя (4) и современных представителей (2).

Среди российского радиоляриевого сообщества 2 молодых исследователя, один из которых принял участие в совещании.

Сессия Диатомовые водоросли. Всего сделано 5 докладов, из них 2 доклада – молодыми учеными.

В докладах освещены результаты по следующим направлениям:

1) Биостратиграфическое расчленение и датирование морских и континентальных толщ кайнозоя различных регионов России, основанные на изучении комплексов ископаемых диатомовых водорослей.

2) Исследования диатомей и цист динофагеллат в поверхностных осадков Восточно-Сибирского и Чукотского морей с целью реконструкции распределения водных масс в речные.

3) Математическая обработка результатов диатомового анализа донных отложений озер Урала для проведения реконструкций параметров электропроводности вод в позднем голоцене. Сессия Палиноморфы Палинологическая секция на Микропалеонтологических совещаниях традиционно немногочисленна. В этом году было представлено 4 устных и 4 стендовых доклада. На пленарной сессии и на других секциях было доложено еще 4 устных доклада с использованием палинологических данных. З доклада были сделаны молодыми учёными.

На конференции участвовали специалисты из разных городов России, охватив территорию от ее самых западных границ до самых восточных: Калининград, Москва, Санкт-Петербург, Апатиты, Казань, Томск, Новосибирск, Барнаул, Владивосток. Один из устных докладов был представлен специалистами из Геттингенского университета (ФРГ). В сборнике докладов конференции опубликованы результаты еще 16 исследований палинологами из городов: Москва, Пермь, Екатеринбург, Новосибирск, Красноярск, Владивосток. Совместно с российскими палинологами опубликовали свои материалы зарубежные специалисты из городов Лакнау (Индия), Актобе (Казахстан), Киль (ФРГ). Это предопределило большое разнообразие представленного на совещании палинологического материала и широкий спектр обсуждаемых проблем.

Современные палинологические исследования сегодня невозможны без новых методик и использования современной микроскопической техники. На совещании в трех докладах были представлены результаты изучения палинологического материала на сканирующем и трансмиссионном микроскопе. Проиллюстрирован процесс формирования спородермы от мейоза до стадии зрелого пыльцевого зерна. Показано, что основные этапы формирования спородермы и их последовательность позволяют сравнивать самые разные группы объектов, например, в пределах цветковых растений. Данные по исследованию механизмов развития спородермы (оболочки спор и пыльцевых зерен) рассмотрены в свете коллоидных взаимодействий – мицеллярной гипотезы, предполагающей участие в развитии процессов самоорганизации и дополнены экспериментальным моделированием спородермо-подобных структур in vitro, в котором движущей силой были физико-химические закономерности коллоидных систем. Рассмотрены соотношение роли генома и самоорганизации в становлении сложных биологических оболочек.

Таким образом краткий обзор результатов палинологических исследований, представленных на XVII Всероссийском микропалеонтологическом совещании, показывает, что, несмотря на небольшую представительность палинологической секции, в ее работе были отражены практически все направления современной палинологии. Интересные дискуссии, обмен мнениями и материалами послужат основой для дальнейших изысканий, поиска новых тематик и совместных работ.

Сессии: Микропроблематики и их палеобиологическая интерпретация и Методические вопросы микропалеонтологических исследований. На объединенном заседании двух секций было заслушано 8 устных докладов, был представлен один стендовый доклад. 2 доклада сделаны молодыми специалистами.

Основное внимание почти во всех докладах было уделено применению различных методик исследований к остаткам проблематичных микрообъектов, расположившихся в возрастном интервале от архея до середины палеозоя. Особняком выделяется один доклад (Габараева Н.И., Григорьев В.В.) посвященным неонтологическим исследованиям с представлением радикальных новых идей по роли самоорганизации в развитии микроархитектуры сложных патернов биологических объектов. В представленных семи исследованиях на палеонтологическом материале пять докладов были посвящены применению методов электронно-микроскопических исследований в сочетании с оптическим изучением исследуемых микрообъектов, в одном докладе рассказывалось о результате использования метода микротомографии для изучения вендских микрофоссилий, и еще один доклад показал возможности метода эпифлюоресцентной микроскопии в выявлении морфологических особенностей остатков докембрийских микроорганизмов. Основными объектами исследований стали ископаемые микроорганизмы от прокариотных цианобактерий и продуктов их жизнедеятельности (строматолитов), до эвкариотных зеленых водорослей и возможных яиц низших беспозвоночных. В целом можно отметить достаточно высокий уровень представленных докладов и разнообразие направлении в секции «Микропроблематики и их палеобиологическая интерпретация» и «Методические вопросы микропалеонтологических исследований».

Совещание показало, что микропалеонтологи не только ведут научные исследования, но и решают серьезные производственные задачи, работают со многими ведущими нефтегазовыми компаниям России и зарубежья. Микропалеонтологи из производственных организаций приезжают с целью обмена опытом и обсуждения существующих проблем отрасли. Ученые обсудили актуальные проблемы, поделились методами работы и своими открытиями. Особое внимание уделялось работам молодых ученых, которые представили свои доклады.

XVII Всероссийское микропалеонтологическое совещание состоялось. Тематика совещания охватывала широкий круг вопросов по эволюции и развитию различных групп микроорганизмов, их применению в различных отраслях геологии.

Главная научная задача совещания выполнена – были продемонстрированы достижения в изучении ископаемых микроорганизмов как показателей геологического возраста и палеогеографических и экологических изменений, происходивших в современных и древних морских и пресноводных бассейнах, их значение для развития фундаментальной отечественной науки. Прикладная задача – открыть молодым специалистам широкие возможности для обучения, усовершенствования своих знаний, обмена опытом и установления научных контактов с учеными по своей специализации, а также для получения новой информации о научных достижениях в области микропалеонтологии, также выполнена. В совещании приняло участие более половины молодых ученых, аспирантов и студентов.

Отмечена необходимость подготовко специалистов по кальпионеллам, известковым диноцистам и нанопланктону, которых в России практически не осталось.

Многие представленные исследования выполнялись при поддержке РФФИ, что указывает на соответствие тематики этих проектов перечню актуальных вопросов, решаемых и обсуждаемых на совещании.

В рамках совещания были проведены мастер-классы по микрофациальному анализу карбонатных нефтяных коллекторов каменноугольной системы, по радиоляритам баженовской свиты Западной Сибири, по микрофоссилиям нефтеносного девона. Для участников Совещания были организованы экскурсии в научные лаборатории ИГиНГТ: Геохронологический центр, Лаборатория стратиграфии стабильных изотопов и Лаборатория рентгеновской томографии, которые вызвали большой интерес. Были намечены пути и направления совместных исследований.

Участники Совещания благодарны руководству ИГиНГТ КФУ за хорошую организацию и гостеприимность.



Рис. 6. Участники XVII Всероссийского Микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы» (Казань, 24–29 сентября 2018 г.)

Проведенное мероприятие стало эффективной площадкой делового, формального и неформального научного общения ученых из разных стран. На конференции обсуждались дальнейшие планы исследований по различным вопросам микропалеонтологии палеонтологии и биостратиграфии.

По итогам мероприятия запланирован специальный выпуск материалов совещания со статьями на английском языке в Палеонтологическом журнале.

Принято решение провести XVIII Микропалеонтологическое совещание в 2021 году в г. Севастополь на базе Института морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского и как резервный вариант в г. Санкт-Петербург (ВСЕГЕИ).

Тема будущего совещания «Морфология, систематика микроископаемых и современных микроорганизмов и их роль в биостратиграфии и палеогеографии».

Проведение Всероссийских Микропалеонтологических совещаний имеет важное значение для развития фундаментальной отечественной науки, открывая молодым специалистам широкие возможности для обучения, усовершенствования своих знаний, обмена опытом и установления научных контактов с учеными по своей специализации, а также для получения новой информации о научных достижениях в области микропалеонтологии.

> Председатель комиссии по микропалеонтологии Проблемного совета при Отделении биологии РАН докт. геол.-минерал. наук В.С. Вишневская

ФОРАМИНИФЕРЫ

ОТРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДНИХ 9000 ЛЕТ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР И МАТЕРИАЛА ЛЕДОВОГО РАЗНОСА В ДОННЫХ ОСАДКАХ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ (К ВОСТОКУ ОТ ХРЕБТА РЕЙКЬЯНЕС)

Л.Д. Баширова¹, Е.А. Новичкова¹, К.Е. Савкина²

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, bas_leila@mail.ru ²Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград

REFLECTION OF CLIMATIC CHANGES DURING THE PAST 9000 YEARS IN NORTH ATLANTIC BOTTOM SEDIMENTS (EAST OF THE REYKJANES RIDGE): EVIDENCE FROM PLANKTONIC FORAMINIFERA AND ICE-RAFTED DEBRIS

L.D. BASHIROVA¹, E.A. NOVICHKOVA¹, K.E. SAVKINA²

¹Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, bas_leila@mail.ru ²Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

Marine sediment core AI-3359 was analyzed using a multiproxy approach. Planktonic foraminifera and derived from them sea-surface temperatures (SST), as well as ice-rafted debris and stable isotope data were used to trace the main climatic changes during the last 9000 years. It was shown that during the cold Holocene events (so-called Bond events) SSTs values decreased on 0.5° C (with exception for Bond event 4 when SSTs decreased on 1.5° C). The most prominent cold events reflected in studied bottom sediments are 8.2 ka event and Little Ice Age. Holocene climatic fluctuations are clearly reflected in changes of subsurface ocean circulation to the east of the Reykjanes Ridge. *Key words*: Holocene, planktonic foraminifera, ice-rafted debris.

Изучение кратковременных (в геологическом масштабе) климатических событий голоцена имеет первостепенное значение для понимания механизмов климатических изменений, так как именно в голоцене сформировались основные черты современного климата. Последние исследования холодных событий голоцена, показали, что до сих пор нет единой теории, описывающей их происхождение (Wang et al., 2013; Wanner et al., 2011, 2015). Результаты реконструкций некоторых авторов демонстрируют отсутствие четкой цикличности в смене этих событий (например, Wanner et al., 2011).В открытых районах Атлантики очень трудно получить осадочные разрезы хорошего разрешения, поэтому такие разрезы являются очень ценными с точки зрения детальных палеореконструкций.

Колонка АИ-3359 (59°29.965 с.ш.; 24°40.841 з.д., 486 см) была отобрана к востоку от хребта Рейкьянес, около дрифтов Гардар и Бьерн (рис. 1). Колонка сложена карбонатными алевритово-пелитовыми (фораминиферовыми) илами с песчаной примесью, которая представлена в основномраковинами фораминифер, радиоляриями, а также материалом ледового разноса.

Для осадков колонки получены данные по изменению соотношения стабильных изотопов δ^{18} О в раковинах планктонных фораминифер (вид *Neogloboquadrina incompta* (Cifelli); не менее 25 раковин) и данные содержания CaCO₃ в осадках. Подсчитаны зерна терригенного разноса (IRD; зерен/г) в каждой пробе, а также процентное содержание видов планктонных фораминифер в каждой 5 пробе.

Возрастная модель колонки была построена на основе абсолютных датировок с помощью масс-спектрометрии (AMS¹⁴C) в Познаньской лаборатории радиоуглеродных исследований. Всего было получено 11 датировок. Стандартный радиоуглеродный возраст осадков переведен в календарный с помощью программы Calib (Stuiver, Reimer, 1993) с учетом резервуарного эффекта (ΔR =80+91, калибровочная кривая "Marine 13.14c"). Календарный возраст представлен как среднее значение в пределах доверительного интервала калибровочной кривой +1 σ (рис. 2). Рассчитан возраст до наших дней (BP – before present).

Соотношение видов планктонных фораминифер, использование современных фаунистической (Pflaumann et al., 2003) и гидрологической (Antonov et al., 1998) баз данных позволи-



Рис. 1. Местоположение колонки АИ-3359 и общая схема циркуляции в районе исследования (1 – дрифт Бьерн, 2 – дрифт Гардар)

ли восстановить значения зимних и летних температур поверхностного слоя воды (0–50м). При этом использовался современный аналоговый метод МАТ (Prell, 1985).

Осадочный разрез сформировался в течение последних 44 тыс. лет. Граница голоцена (11.7 тыс. лет назад) проходит примерно на горизонте 342–343 см. Скорость осадконакопления значительно меняется по всему разрезу. Интервал, относящийся к окончанию позднего плейстоцена, характеризуется минимальными значениями скоростей осадконакопления (2–7 см/тыс. лет). В голоцене скорость осадконакопления варьирует от максимальных значений, достигающих 59 см/тыс. лет около 10 тыс. лет назад и 58 см/тыс. лет около 350 тыс. лет назад. Средние значения скоростей седиментации в голоцене составили 37 см/тыс. лет, что позволило иметь разрешение 34 года для подсчета IRD (каждый см) и 170 лет для палеотемпературных реконструкций (каждые 5 см).

Сопоставление данных палеотемператур, уровня солнечной радиации, относительного содержания карбоната кальция, доли раковин *G. inflata*, изотопно-кислородных данных, а также IRD (рис. 3) позволило сделать следующие выводы:

Во время холодных событий голоцена температура поверхностного слоя воды в районе исследования снижалась на 0.5° С, исключение составляет событие Бонда 4 (т.н. событие 5.9 тыс. лет назад), когда зимняя и летняя температура поверхностного слоя воды снизились на 1.5° С. Это совпадает с резким снижением относительного содержания раковин *G. inflata* в комплексе.

1. Наибольшее отражение в изменении исследуемых показателей нашли события 8.2 тыс. лет назад и малый ледниковый период (события Бонда 5 и 0, соответственно).

 Событие 8.2 тыс. лет назад сопровождалось снижением уровня солнечной радиации и проявилось в увеличении значений δ¹⁸О и небольшим снижением палеотемпературы в ис-



Рис. 2. Сопоставление данных литологического описания колонки АИ-3359, IRD и измерений физических свойств осадков (влажность, плотность); МИС – морская изотопная стадия

следуемой колонке, что свидетельствует о миграции Северо-Атлантического течения к югу относительно своего современного положения.

– Малый ледниковый период также сопровождался снижением уровня солнечной радиации и совпал с резким увеличением значений δ^{18} O, но вместе с тем незначительным снижением палеотемпературы (на 0.5° C). Увеличение зерен IRD в колонке свидетельствует о приближении границы плавучих льдов к району исследования в это время.

2. Относительное распределение умеренного вида *G. inflata*, обитающего на глубинах более 150 м, четко маркирует холодные события голоцена уменьшением доли этого вида в комплексе, являясь индикатором изменений в подповерхностном слое воды. Кроме того, распределение вида четко отражает изменения палеотемператур в районе исследования в течение последних 9000 лет.

3. Содержание терригенных зерен ледового разноса увеличивается до максимальных значений во время малого ледникового периода (60–90 зерен/г). Событие Бонда 4 (т.н. со-



Рис. 3. Поверхностные палеотемпературы поверхностного слоя воды, сопоставленные с данными уровня солнечной радиации, относительного содержания карбоната кальция, доли раковин G. inflata, изотопно-кислородными данными, а также IRD (цифрами и серым цветом обозначены события Бонда)

бытие 5.9 тыс. лет назад) также маркируется небольшим пиком IRD (25 зерен/г). Остальные холодные события не имеют общей тенденции с увеличением IRD в исследуемой колонке.

Тем не менее небольшие пики IRD (20–30 зерен/г; аналоги пика во время события 5.9 тыс. лет назад), не совпадающие с событиями Бонда, наблюдаются 950 л.н., 1200 л.н. и 2200–2400 л.н., одновременно с уменьшением уровня солнечной радиации.

Пик IRD около 60 лет назад (40 зерен/г), возможно, связан с Североатлантической осцилляцией, которая проявляется в колебаниях температур поверхностного слоя воды к северу от экватора. Одна из последних холодных фаз изменений температур приходится на 1905 г, что соответствует 55 лет назад (ВР). Этот пик сопровождается резким снижением палеотемператур в исследуемой колонке практически на 1° С, а также резким увеличением относительного содержания *N. pachyderma* (s) до максимальных значений (5%).

Экспедиционные и аналитические исследования, в том числе датирование AMS¹⁴C (6 датировок) проводились при поддержке гранта РНФ (№ 14-50-00095); фаунистический анализ был выполнен за счет госзадания (тема №0149-2018-0012); реконструкция палеотемператур, датирование AMS¹⁴C (5 датировок) выполнены в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (№ МК-204.2017.5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Antonov J., Levitus S., Boyer T.P. et al. World Ocean Atlas 1998: Temperature of the Atlantic Ocean. NOAA Atlas NESDIS 27. Washington: D.C. Gov. Printing Office, 1998. V. 1. 166 p.

Pflaumann U., Sarnthein M., Chapman M. et al. Glacial North Atlantic: Sea-surface conditions reconstructed by GLAMAP 2000 // Paleoceanography. 2003. V. 18, N 3. P. 1065–1102.

Prell W.L. The stability of low latitude sea surface temperatures: An evaluation of the CLIMAP reconstruction with emphasis on positive SST anomalies // Rep. TR 025. U.S. Dept. of Energy, Washington, DC. 1985.

Stuiver M., Reimer P.J. Extended ¹⁴C database and revised CALIB radiocarbon calibration program // Radiocarbon. 1993. V. 35. P. 215–230.

Wang S., Quansheng Ge, Wang F. et al. Abrupt climate changes of Holocene // Chin. Geograph. Sci. 2013 V. 23, N 1 P. 1–12.

Wanner H., Solomina O., Grosjean M. et al. Structure and origin of Holocene cold events // Quaternary Sci. Rev. 2011. V. 30. P. 3109–3123.

Wanner H., Mercolli L., Grosjean M., Ritz S.P. Holocene climate variability and change; a data-based review //J. Geol. Soc. London. 2015. V. 172, N 2. P. 254–263.

МИКРОТОМОГРАФИЯ РАКОВИНЫ *CRIBROSPIRA PANDERI* MÖLLER, 1878 (ФОРАМИНИФЕРЫ, НИЖНИЙ КАРБОН) ИЗ КОЛЛЕКЦИЙ В.И. МЕЛЛЕРА

Я.А. Вевель¹, А.А. Штырляева²

¹Институт геологии им. Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, yadviga_vevel@mail.ru ²Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, shtirlyaeva_aa@mail.ru

μ-CT OF CRIBROSPIRA PANDERI MOELLER, 1878 (FORAMINIFERA, LOWER CARBONIFEROUS) FROM THE COLLECTIONS BY V. MÖLLER

Y.A.VEVEL¹, A.A. SCHTYRLYAEVA²

¹Yushkin Institute of Geology, Komi Scientific Center, Uralian Brunch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

²St. Petersburg Mining University, St. Petersburg

The morphology of several specimens of the Early Carboniferous foraminifera Cribrospira panderi Moeller, 1878 from the collections of V.I. Möller was studied with X-ray microtomography. The possibility of studying shells by this method is shown and a brief morphological description is given.

Key words: Foraminifera, Lower Carboniferous, µ-CT, 3D-reconctruction.

Вид *Cribrospira panderi* Möller, 1878 широко используется для диагностики верхневизейско-серпуховского интервала, а также является типовым видом рода (Справочник..., 1996). Типичные экземпляры вида в настоящее время хранятся в коллекциях 228 и 313 Музея Санкт-Петербургского Горного Университета к опубликованным монографиям В.И. Меллера (1878, 1880). Экземпляры представлены выделенными из глинистых пород раковинами. Раковины *Cribrospira panderi* из с. Слобода, для которых В.И. Меллером (1878) были приведены измерения, а также единственный расшлифованный экземпляр из этого же местонахождения не сохранились. Следует отметить, что еще один экземпляр *C. panderi* из коллекций В.И. Меллера (д. Белогородище) хранится в Смитсониевском музее (Вашингтон, США) (Справочник..., 1996).

Для уточнения морфологической характеристики *С. panderi* выбраны три экземпляра (колл. № 51/228, 52/228 и 3/313), которые были изучены с помощью рентгеновской микро-томографии.

Съемка проводилась на томографе SkyScan 1272 со следующими параметрами: ускоряющее напряжение 60 кВ, угловой шаг 0,2°, алюминиевый фильтр 0,25 мм, пространственное разрешение 2 мкм. Реконструкция и обработка томограмм производилась с помощью программного обеспечения SkyScan (Bruker). Визуализация 3D-моделей осуществлялась с помощью программы MeshLab (Cignoni et al., 2008), а измерения и изучение морфологии – при помощи программ CTvox и DataViewer (Bruker).

Все рассматриваемые экземпляры происходят из верхнего визе центральной части Московской синеклизы (дер. Белогородище, Веневского уезда, Тульской губернии; ныне пос. Белогородский, Тульская область, р. Полосня).

Метод рентгеновской томографии позволяет изучить внешний облик раковины, а также получить разнообразные виртуальные сечения для изучения ее внутреннего строения. Обычно для изучения внутреннего строения требуются пришлифовки нескольких типовых раковин, выделенных из породы, желательно в строго заданных диагностичных сечениях – аксиальном и медианном. Это не всегда удается и приводит к разрушению экземпляров (с. 139, Меллер, 1878). На практике, в шлифах, изготовленных из карбонатных пород, чаще всего имеются случайные сечения фораминифер, среди которых, из-за малых их размеров и при условии достаточного их количества в породе, имеется вероятность нахождения необходимых сечений. Есть некоторые трудности в изучении раковин методом рентгеновской томографии, выражающиеся в том, что рентгеновская плотность карбоната кальция, как правило, составляющего и стенки раковины и окружающую породу, одинаковая, что иногда затрудняет визуализацию внутреннего строения. На томографических реконструкциях лучше всего видны те участки раковины, которые заполнены воздухом (результаты разрушения, внутренние части раковин, поры в стенках, устьевые отверстия). Некоторые детали внутреннего строения могут быть не видны из-за помех, вызванных включениями сульфидов.

По результатам микротомографического изучения ниже дана краткая характеристика трех вышеуказанных экземпляров вида. На них удалось установить пористость последнего и предпоследнего оборотов стенки раковины, что не всегда отмечается в шлифах и оценить плотность пор. Для иллюстрации взят экз. 51/228 (рис.1, табл. 1, 2).

Для *С. panderi* характерны довольно крупные субшаровидные раковины диаметром до 1,52–1,83 мм; плоскоспиральные, инволютные с небольшими колебаниями оси в начальных оборотах. Спираль быстро разворачивается, состоит из 2,5 оборотов, насчитывающих до 15–16 камер. Начальная камера крупная, субшарообразная или эллипсоидная, диаметром 140 мкм и 170 х 210 мкм. В последнем обороте 7 умеренно вздутых камер быстро возрастающих по высоте, ширине, и толщине. Пупочная область слабо углубленная. Септальные швы хорошо проявлены, прямые или слегка изогнутые. Периферический край слаболопастной. Стенка толстая, микрозернистая, пронизана отчетливо видными простыми тонкими порами в последнем и предпоследнем оборотах. Размер пор в последнем обороте 4–6 мкм, в предпоследнем 4–5 мкм. Плотность пор в стенке последнего оборота около 20 000 пор на кв. мм, а в предпоследнем – 10 000. Септы короткие, крючковидные с утолщением на концах, пористые. Устья внутренних камер простые, щелевидные, базальные. Устье последней камеры большое, ситовидное, расположено на выпуклом апертурном щите, причлененном к септе. Устьевые отверстия на щите простые, округло-изометричные, овальные, диаметром 40–60 мкм, расположены достаточно равномерно с плотностью 140 устьев на кв. мм.

Авторы выражают благодарность за помощь в работе сотрудникам Музея Санкт-Петербургского горного университета, в частности, Д.В. Безгодовой.



Рис. 1, а-в. Экземпляр 51/228, изображенный в работе В.И. Меллера (1878, с. 137, табл. IV, фиг. 1, а-в): а, в – вид с левой и правой боковых сторон, б – с передней стороны



Таблица 1



Таблица 2

Таблица 1. Cribrospira panderi Möeller, 1878, экз. 51/228, верхневизейский подъярус, Тульская область, пос. Белогородский, р. Полосня (раньше Тульская губерния, Веневский уезд, дер. Белогородище). Показаны разнообразные виртуальные сечения этого экземпляра, полученные с помощью программы DataViewer (Bruker). Черные области – с высокой рентгеновской плотностью, белые – с низкой. Масштабная линейка указана рядом. Фиг. 1 – PrintScreen одной из разнообразных сечений раковины, получаемой в программе DataViewer: 1a - вид раковины сверху с нанесенной на ней линией сечения, проходящее в плоскости X-Y (или по линии -Y'-Y'), 2-плоскости сечения раковины в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, 3 - наглядное изображение расположения плоскостей и полученных ими сечений в объеме. Фиг. 2 – сохраненное изображение более крупным планом, развернутое для удобства просмотра: 2а и 26- тангенциальные сечения раковины (параллельно оси навивания, не проходящие через начальную камеру): 2a - сечение задело частично разрушенные с одной стороны три последние камеры последнего оборота и апертурный щит (в плоскости Z-Y); 26 – сечение задело одну из камер первого, внутреннего, и последующих оборотов (в плоскости Х-Z); 26 - медианное сечение (которое ориентировано перпендикулярно оси навивания и проходит через начальную камеру, в плоскости Х-У), на котором хорошо видно, что плоскость Х-Z (выходящая по линии -Х'-Х') не задевает начальную камеру. Ниже, на 2a, 26, 2в дается положение плоскостей сечений на изображениях объемной раковины, восстановленной из томограммы в программе MeshLab (Cignoni et al., 2008). Вид раковины дан немного в разных положениях. Фиг. 4. Расположение взаимно перпендикулярных плоскостей X-Z, X-Y, Z-Y и линий -X'- X', -Y'-Y', -Z'-Z'. Фиг. 5. Участок пористой стенки последнего и предпоследнего оборотов. Фиг. 6. Осевое сечение раковины, полученное в программе CTVox

Таблица 2. *Cribrospira panderi* Möller, 1878, экз. 51/228, верхневизейский подъярус, Тульская область, пос. Белогородский, р. Полосня (раньше Тульская губерния, Веневский уезд, дер. Белогородище). Показаны разнообразные виртуальные сечения этого экземпляра, полученные с помощью программы DataViewer (Bruker). Черные области – с высокой рентгеновской плотностью, белые – с низкой. Масштабная линейка указана рядом. Фиг. 1. Расположение взаимно перпендикулярных плоскостей X-Z, X-Y, Z-Y. Фиг. 2, 2a и 26 – осевые сечения раковины (параллельно оси навивания, проходящее через начальную камеру): 2a - в плоскости Z-Y; 26 – в плоскости X-Z, видны частичные разрушения, 2e - медианное сечение (которое ориентировано перпендикулярно оси навивания и проходит через начальную камеру, в плоскости X-Y), видно, что плоскость X-Z (выходящая по линии -X'- X') проходит через начальную камеру. Ниже, на 2a, 26, 2e дается положение плоскостей сечений на изображениях объемной раковины. Фиг. 3, 3a – тангенциальное сечение, задевшее пористую стенку предпоследнего оборота и четыре камеры последнего оборота, 36 – осевое сечение, прошедшее через начальную камеру и задевшее апертурный щит (плоскость X-Z), 3e - медианное сечение (плоскости X-Y), 3c – наглядное изображение расположение плоскостей X-Z, X-Y, Z-Y и полученных ими сечений в объеме. Ниже, на 3d дается положение плоскостей сечений на изображение плоскостей X-Z, X-Y, Z-Y и полученных ими сечений в объеме. Ниже,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Мёллер В.И. Спирально-свернутые фораминиферы каменноугольного известняка России // Мат-лы для геол. России. Т. VIII. СПб., 1878. С. 1–219. (Колл. № 228).

Мёллер В.И. Фораминиферы каменноугольного известняка России // Мат-лы для геол. России. Т. IX. СПб., 1880. С. 1–182. (Колл. № 313).

Справочник по систематике фораминифер палеозоя (эндотироиды, фузулиноиды) // Раузер-Черноусова Д.М., Бенш Ф.Р., Вдовенко М.В. и др. М.: Наука, 1996. 207 с.

Cignoni P., Callieri M., Corsini M. et al. MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool Sixth Eurographics Italian Chapter Conference. Scarano V., De Chiara R., and Erra U. (Eds.). 2008. P. 129–136. DOI: http://dx.doi. org/10.2312/LocalChapterEvents/ItalChap/ItalianChapConf2008/129-136.

ПОЗДНЕТРИАСОВЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В.Я. Вукс

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург, Valery Vuks@vsegei.ru

LATE TRIASSIC FORAMINIFERS OF THE SOUTH FAR EAST

V. JA. VUKS

A.p. Karpinsky Russian Geological Research Institute (Vsegei), St.-petersburg

In general, the present compositions of foraminifer assemblages from limestones of the Upper Triassic near Dalnegorsk are typical for different levels of Carnian-Norian deposits in the regions of Europe and Asia. The established foraminifer assemblages in the Dal'negorsk limestones are most comparable to the simultaneous assemblages of the for aminifera of the Carpathians and the Alps. The presented results for the first time make it possible to evaluate quite diverse associations of foraminifera from the Late Triassic limestones of the vicinity of Dalnegorsk and to obtain an idea of the composition of the assemblages in various limestone massifs.

Key words: Far East, Late Triassic, foraminifers.

В окрестностях г. Дальнегорска Приморского края триасовые массивы известняков известны с начала 20 века (Стратиграфия СССР, 1973) (рис. 1). К настоящему времени в этих известняках достаточно детально изучены кораллы, двустворки и конодонты, кроме того опубликованы определения отдельных видов известковых водорослей, губок и других представителей органического мира (Пунина, 1999). В тексте упомянутой книги Т.А. Пуниной присутствуют определения до рода двух фораминифер и изображения трех представителей фораминифер, тоже установленных до рода. Необходимо отметить, что фораминиферы указаны автором книги почти в каждом описанном слое одиннадцати триасовых массивов известняков, но без их определения (рис. 1). Т.А. Пунина рассматривает триасовые массивы известняков как рифогенные постройки, возраст которых находится в интервале от позднего ладина?- до рэта. Ладинские отложения она определенно фиксирует только в отложениях массива горы Больничная (Пунина, 1999).



Рис. 1 а – Расположение района исследования; б – Местонахождения карбонатных верхнетриасовых отложений Дальнегорского района юга Приморья: 1- гора Сахарная, 2 - гора Верхний Рудник, 3 - гора Больничная, 4 – гора Каменные ворота, 5 – гора Партизанская, 6 – район Подстанции, 7 – гора Вокзальная, 8 – гора Горелая, 9 – гора Приморская, 10 – гора Николаевская, 11 – гора Карьерная (Пунина, 1999, с дополнениями)

Недавно Т.А. Пунина предоставила автору шлифы из рассматриваемых известняков для изучения в них фораминифер. Образцы были собраны из следующих местонахождений: гора Верхний Рудник и ее правый борт, гора Сахарная, гора Николаевская, гора Каменные Ворота (канава 1005) и гора Больничная (рис. 1). В шлифах известняков фораминиферы были определены практически из всех местонахождений, но наиболее бедный комплекс фораминифер был установлен из известняков горы Николаевской, где была найдена фораминифера *Endotebanella* sp. Поскольку шлифы были предоставлены без информации о их распределении по разрезам упомянутых массивов, то пока что можно фиксировать только общий состав комплексов фораминифер и их обобщенный возраст.

Комплекс фораминифер из отложений триаса горы Верхний Рудник и его правого борта представлен следующим составом: *Tolypammina gregaria* Wendt, *Pilamminella* ex gr. *begani* (Salaj), *Pseudobolivina*? *globosa* Kristan-Tollmann, *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti, *Gaudryinella*? sp., *Endoteba*? sp., *Endotebanella* ex gr. *bicamerata* (Salaj), *"Permodiscus" planidiscoides* Oberhauser, *Aulotortus oscillens* (Oberhauser), *Agathammina austroalpina* Kristan-Tollmann et Tollmann, *Dentalina* sp., *Nodosaria* sp., *Diplotremmina* ex gr. *astrofimbriata* Kristan-Tollmann, *Duostomina turboidea* Kristan-Tollmann (табл. 1 и 2). Вид *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti xapaктерен для отложений анизия Китая и Кавказа, анизия – карния Европы и нория Памира, вид *Agathammina austroalpina* Kristan-Tollmann et Tollmann – для среднего и верхнего триаса Европы и Азии, Оба вида *"Permodiscus" planidiscoides* Oberhauser и *Aulotortus oscillens* (Oberhauser) типичны для ладин-рэтских отложений Европы, а вид *Duostomina turboidea* Kristan-Tollmann – для верхнего ладина – карния Альп и рэта Карпат (Salaj et al., 1983; Trifonova, 1993; Vuks, 1996). Комплекс фораминифер горы Верхний Рудник и его правого борта может быть отнесен с определенной долей условности к верхам карнийских – низам норийских отложений.

В шлифах из отложений горы Сахарной зафиксирован менее разнообразный комплекс фораминифер: *Palaeolituonella meridionalis* (Luperto), *Textularia* ex gr. *haeusleri* Kaptarenko, *Nodosinella* ex gr. *siliqua* Trifonova, *Agathammina austroalpina* Kristan-Tollmann et Tollmann (табл. 1 и 2). Вид *Palaeolituonella meridionalis* (Luperto) и *Agathammina austroalpina* Kristan-Tollmann et Tollmann встречается в среднем – верхнем триасе Европы и Азии (Salaj et al., 1983;Trifonova, 1993; Rettori, 1995; Vuks, 1996). Возможно, норийский возраст комплекса фораминифер наиболее перспективен, поскольку в большом количестве регионов он встречается в норийских отложениях.

Комплекс фораминифер из отложений триаса горы Больничная состоит из следующих видов: *Pilamminella gemerica* (Salaj, 1969) и *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti (табл. 1). Вид *P. gemerica* (Salaj) типичен для анизия – нижнего карния Карпат и Болгарии, а вид *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti отмечен в отложениях анизия Китая и Кавказа, анизия – карния Европы и нория Памира (Salaj et al., 1983;Trifonova, 1993; Vuks, 1996). Таким образом, этот бедный комплекс фораминифер может быть отнесен скорее всего к нижней части карнийскиго яруса.

В шлифах из отложений горы Каменные Ворота ассоциация фораминифер представлена: Glomospirella sp., "Permodiscus" planidiscoides Oberhauser, Aulotortus friedli (Kristan-Tollmann), Triasina? sp., Nodosaria ex gr. ordinata Trifonova (табл. 1 и 2). Вид Aulotortus friedli (Kristan-Tollmann) встречается от анизия до рэта Европы и Азии, но наиболее характерен для рэта Карпат и нория Кавказа, где является видом-индексом зон по фораминиферам (Salaj et al., 1983;Trifonova, 1993; Vuks, 1996). Можно предположить, что этот комплекс расположен стратиграфически выше перечисленных комплексов (возможно верхи нория), хотя по одному двум-видам это установить достаточно сложно.

Таким образом, можно констатировать, что в целом, представленные комплексы фораминифер типичны для различных уровней карнийско-норийских отложений регионов Европы и Азии. Установленные комплексы фораминифер в дальнегорских известняках наиболее сопоставимы с одновозрастными комплексами фораминифер Карпат и Альп. Представленные результаты впервые позволяют оценить достаточно разнообразные ассоциации фораминифер в позднетриасовых известняках окрестностей г. Дальнегорска и получить представление о составе комплексов в различных известняковых массивах.



ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Таблица 1. Длина масштабной линейки 100 мкм. Фиг. 1. *Tolypammina gregaria* Wendt, 1969, гора Верхний Рудник, шл. 172. Фиг. 2, 3. *Pilamminella gemerica* (Salaj, 1969), гора Больничная, канава 1558, шл. ГБ-16. Фиг. 4. *Pseudobolivina? globosa* Kristan-Tollmann, 1973, гора Верхний Рудник, шл. 236. Фиг. 5–8. *Trochammina almtalensis* Koehn-Zaninetti, 1968: 5 – гора Верхний Рудник, шл. 101; 6, 7 – гора Больничная, канава 1558, шл. ГБ-16; 8 – гора Верхний Рудник, шл. 236. Фиг. 9. *Gaudryinella*? sp., гора Верхний Рудник, шл. 101. Фиг. 10. *Palaeolituonella meridionalis* (Luperto, 1965), гора Сахарная, шл. С-58-2. Фиг. 11. *Textularia* ex gr. *haeusleri* Kaptarenko, 1959, гора Сахарная, шл. С-58-2. Фиг. 12. *Nodosinella* ex gr. *siliqua* Trifonova, 1972, гора Сахарная, шл. С-58-1. Фиг. 13. *Glomospirella* sp., гора Каменные ворота, шл. 87. Фиг. 14–16. *Endotebanella* ex gr. *bicamerata* (Salaj, 1967), гора Верхний Рудник, шл. ВР-200

Таблица 2. Длина масштабной линейки 100 мкм. Фиг. 1, 2. "Permodiscus" planidiscoides Oberhauser, 1964: 1 – гора Верхний Рудник, шл. 236; 2 – гора Каменные ворота, шл. 87. Фиг. 3. Aulotortus friedli (Kristan-Tollmann, 1962), гора Каменные ворота, шл. 87. Фиг. 4, 5. Aulotortus oscillens (Oberhauser, 1957), гора Верхний Рудник, правый борт, шл. ВП-12. Фиг. 6. Triasina? sp., гора Каменные ворота, шл. 87. Фиг. 7–9. Agathammina austroalpina Kristan-Tollmann et Tollmann, 1964: 7 – гора Верхний Рудник, правый борт, шл. ВП-12; 8 – гора Верхний Рудник, шл. 236; 9 – гора Сахарная, шл. С-58-2. Фиг. 10: а – Pilamminella ex gr. begani (Salaj, 1969), 6 – Dentalina sp., гора Верхний Рудник, шл. 233. Фиг. 11. Nodosaria ex gr. ordinata Trifonova, 1965, гора Каменные ворота, шл. 87-20. Фиг. 12, 13. Diplotremmina ex gr. astrofimbriata Kristan-Tollmann, 1960, гора Верхний Рудник, 12 – шл. 198; 13 – 239. Фиг. 14, 15. Duostomina turboidea Kristan-Tollmann, 1960, гора Верхний Рудник, шл. 236

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Пунина Т.А. Триасовые склерактинии в органогенных постройках Дальнегорского района (Сихотэ-Алинь). Владивосток: Дальнаука, 1999. 128 с.

Стратиграфия СССР. Триасовая система. М.: Недра, 1973. 560 с.

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. N 18. P. 1–150.

Salaj J., Borza K., Samuel O. Triassic foraminifers of the West Carpathians. Geologicky Ustav Dionyza Stura, Bratislava. 1983. 213 p.

Trifonova E. Taxonomy of Bulgarian Triassic foraminifera. II. Families Endothyriidae to Ophthalmiidae // Geol. Balcanica. 1993. V. 23, N 2. P. 19–66.

Vuks V.Ja. Late Triassic Foraminifers of Caucasus and Pamirs // Supplemento agli Annali dei Musei Civici di Rovereto, Sezione Archeologia, Storia e Scienze Naturali. 1996 (1995).V. 11. P. 199–206.

Zaninetti L. Les Foraminifères du Trias. Essai de synthèse et correlation entre les domains mésogéens européen et asiatique // Riv. Italiana Paleontol. Stratigr. 1976. V. 82, N 1. P. 1–258.

ФОРАМИНИФЕРЫ РОДА *JANISCHEWSKINA* MIKHAILOV, 1935 EMEND. МІКНАІLOV, 1939: МОРФОЛОГИЯ, БИОСТРАТИГРАФИЯ ВИЗЕЙСКОГО И СЕРПУХОВСКОГО ЯРУСОВ, АРЕАЛ

Н.Б. Гибшман¹, Я.А. Вевель², Е.Л. Зайцева³, Т.И. Степанова⁴

¹Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, nilyufer@bk.ru ²Институт геологии им. Н.П. Юшкина РАН УрО Коми НЦ, Сыктывкар ³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва ⁴Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург

FORAMINIFERA OF THE GENUS *JANISCHEWSKINA* MIKHAILOV, 1935 EMEND. MIKHAILOV, 1939: MORPHOLOGY, AREAL AND BIOSTRATIGRAPHY OF VISEAN AND SERPUKHOVIAN STAGES

N.B. GIBSHMAN¹, YA.A. VEVEL², E.L. ZAYTSEVA³, T.I. STEPANOVA⁴

¹Borissiak Palaeontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ²Yushkin Institute of Geology, Komi Scientific Center, Uralian Brunch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

³Lomonosov Moscow State University, Moscow ⁴Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Uralian Brunch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg

The Foraminifera of the genus *Janischewskina* of family Janischewskinidae play an important role in the Upper Viséan-Serpukhovian stratigraphy (Lower Carboniferous) and this family is widely distributed in Eurasia. Morphological features of the genus and its species, structure's details of the interseptal space and septal aperture distinguish representatives of this genus from other genera of the order Endothyrida. In terms of wall thickness, the genus *Janischewskina* is divided into two groups.

Key words: foraminifera, Viséan-Serpukhovian, morphology, biostratigraphy.

Виды фораминифер рода Janischewskina Mikhailov, 1935 широко используются для расчленения и корреляции верхневизейско-серпуховских отложений Евразии, поскольку их крупные раковины даже в неполных сечениях легко идентифицируются. Возможно, поэтому J. typica Mikhailov, 1935 служит маркером верхневизейского подъяруса (Гибшман и др., 2017), a J. delicata (Malakhova, 1956) – нижней границы серпуховского яруса нижнего карбона (Gibshman, Baranova, 2007; Степанова, Кучева, 2009) (рис. 1). В то же время морфология и биостратиграфия представителей этого рода не до конца понятны. Переизучение шлифов коллекции № 84 из разрезов типовой местности по р. Мста (Боровичский район) (род Janischewskina и вид J. typica Mikhailov, 1935 (Опорный..., 2012)), коллекций № 420 (Ганелина, 1956), а также № 639А (Гроздилова, Лебедева, 1978) и № 12 (Малахова, 1956) по Уралу, перефотографирование голотипов и новый фактический материал авторов по разрезам Урала (Степанова, Кучева, 2009), Подмосковного бассейна (Гибшман, 2003; Gibshman et al., 2009) и скважинам Волго-Уральской области позволил внести в этот вопрос определенные уточнения.

Отличительными особенностями рода являются: округлая или несимметрично-овальная раковина, два или три оборота неравной высоты, навитых инволютно в одной плоскости или с отклонением относительно оси симметрии, небольшое число камер с одинарными (начальный оборот) и двойными септами. Последний оборот формирует интерсептальные пространства, путем загиба стенок двух соседних камер. Формирование интерсептального пространства (рис. 2) составляет морфологическую особенность рода и его главное отличие от всех других родов отряда Endothyrida Fursenko, 1958. Именно наличие интерсептального пространства отличает род *Janischewskina* от очень близкого рода *Cribrospira* von Moeller, 1878. Поэтому нет никаких оснований принимать данные ревизии (Pille et al., 2010) об отнесении многих видов янишевскин к роду *Cribrospira*.



Рис. 1. Стратиграфическое распространение видов рода *Janischewskina* в отложениях визейского и серпуховского ярусов. Горизонты: C₁tl – тульский, C₁al – алексинский, C₁mh – михайловский, C₁vn – веневский, C₁tr – тарусский, C₁st – стешевский, C₁pr – протвинский, C₁zp – запалтюбинский; C₁ksg – косогорский, C₁su – староуткинский; C₁ž – жуковский, C₁ku – каменскуральский, C₁a – аверинский, C₁bg – богдановичский, C₁sn – сунтурский, C₁h – худолазовский, C₁čh – чернышевский; C₂vz – вознесенский, C₂bgd – богдановский.

Еще одно отличительное свойство янишевскин составляет сложная морфология устий. В начальных оборотах устье базальное в основании септ, в последних – устье сложное, состоит из множества отверстий на септальной поверхности, расположенных в несколько рядов (ситовидное устье), и дополнительных шовных устьев. Устья прикрыты апертурными крышечками, которые в сечениях представлены прямоугольными или треугольными пластинами. Морфология устьевого аппарата является особенностью рода *Janischewskina*, отличающей его от других родов семейства Janischewskidae Reitlinger, 1996 (рис. 2). Стенка однородная, тонкопористая, микрогранулярной структуры, или волокнистая с непостоянным наружным тектумом.

В настоящее время в составе рода Janischewskina известны следующие виды: J. typica Mikhailov, 1935, J. minuscularia (Ganelina, 1956), J. rovnensis (Ganelina, 1956), J. calceus (Ganelina, 1956), J. orbiculata (Ganelina, 1956), J. delicata (Malakhova, 1956), J. isotovae Lebedeva, 1975, J. gibshmanae Cozar et Somerville, 2016. Вид J. compressa Sosnina, 1976, является младшим синонимом вида J. delicata, так же как и J. inflata Wang, 1982. Для J. compressa Grozdilova et Lebedeva, 1978 вместо преокуппированного названия предложено новое – J. ladeinaensis Stepanova et Gibshman, 2017 (Степанова, Гибшман, 2017). Таким образом, род Janischewskina содержит девять видов.

По толщине стенки в составе рода с некоторой долей условности можно выделить две группы видов. К группе видов с тонкой (менее 0.030 мм) стенкой относятся *J. minuscularia, J. delicata, J. ladeinaensis* и *J. calceus*. У остальных видов по вновь полученным материалам авторов наблюдается значительное непостоянство данного параметра: *J. typica* (от 0,028 до 0,05 мм), *J. gibshmanae* (0,050 мм), *J. orbiculata* (0,027–0,065 мм), *J. rovnensis* (0,015–0,035 мм), *J. isotovae* (0,019–0,040 мм). Виды каждой из двух групп отличаются симметрией навивания спирали относительно оси и морфологией интерсептального пространства (рис. 3, 4).

Ареал рода соизмерим с планетарным масштабом, а стратиграфическое распространение ограничено отложениями верхнего визе-серпухова. Сведения о присутствии этого рода в отложениях низов башкирского яруса Марокко и Арктической Канады требуют уточнения. Представители рода *Janischewskina* широко распространены в пределах ВЕП – на северозападном и южном крыльях Московской синеклизы и южном склоне Воронежской антеклизы, а также в Тимано-Печорской провинции, в Волго-Уральской области, на западном и восточном склонах Урала; единичные находки известны в Приморье. За пределами России янишевскины встречены на территории Украины в Львовско-Волынском и Донецком бассейнах, в Венгрии, Великобритании (Шотландия), в Бельгии, на юге Франции и в Испании, в Южной Турции, Прикаспии, Срединном Тянь-Шане (Кыргызстан), в Южном Китае и Центральной Японии. Имеются отрывочные сведения о присутствии янишевскин в Северной Америке (Гибшман и др., 2017).

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 15-05-00214 и 15-05-06393А, а также в рамках тем № 8-2, № ЦИТИС: АААА-А16-116033010097-5,

ГР № АААА-А-17-117121270033-6, № АААА-А18-118052590025-8.



Рис. 2. Отличительные морфологические признаки видов рода *Janischewskina*. Буквенные обозначения здесь и далее: *a* – ситовидное устье, *a*₁ – ситовидное устье внутреннего оборота, *a*₂ – ситовидное устье внешнего оборота, *б* – интерсептальное пространство, *б*₁ – задняя септа, *б*₂ – передняя септа, *б*₃ – треугольная ламина. Фиг. 1. Samarina operculata Rauser et Reitlinger, 1940; интерсептальное пространство открытого типа; лектотип, ГИН РАН, № 2794/8008, скв. 401 Сызрань, гл. 851–852 м, визейский ярус. Фиг. 2. Janischewskina typica Mikhailov, 1935; ПИН РАН, № 5547/0140, Новогуровский карьер, слой 25, обр. 140-40, шл. 2, тарусский горизонт, серпуховский ярус. Фиг. 3. Janischewskina delicata (Malakhova, 1956); интерсептальное пространство закрытого типа; паратип, ИГГ УрО РАН, Екатеринбург, №12/53, р. Шартымка, обн. 157, серпуховский ярус



Рис. 3. Особенности морфологии видов рода *Janischewskina* с тонкой стенкой раковины. Длтна Ммасштабной отрезоклинейки 0.,5 мм. Экземпляры фиг. 1, 4, и 6 происходят из обнажений визейского яруса правого берега р. Мста, Московская синеклиза, северо-западное крыло; фиг. 2, 3 – из разреза Худолаз, восточный склон Южного Урала, серпуховский ярус, худолазовский горизонт; фиг. 5 – из разреза Бражка, западный склон Среднего Урала, серпуховский ярус, бражкинский горизонт. Фиг. 1 *J. minuscul*сиальное ечение, ПМ СПбГУ, экз. № 84В1-3β:1, обр. В1-3β, устье р. Варушенка, визейский ярус, михайловский горизонт;. Фиг. 2. *J. minuscularia*, медианное сечение, цифры 1-1–5 – камеры последнего оборота, ИГГ УРО РАН, экз. 751b/7139, обр. 66/46;. Фиг. 3. *J. ladeinaensis*, аксиальное сечение, у – углубленные пупочные впадины, ИГГ УРО РАН, экз. 810/7139, обр. 68/6;. Фиг. 4. *J. calceus*, аксиальное сечение, с – сечение сдвоенных септ, ПМ СПбГУ, экз. № 84/В7-9:2, обр. В7-9, дер. Ёгла, веневский горизонт;. Фиг. 5. *J. delicata*, медианное сечение, интерсептальное пространство закрытое, ИГГ УРО РАН, экз. А-9, обр. Б-8/1990, западный склон Среднего Урала, разрез Бражка, серпуховский ярус, бражкинский горизонт;. Фиг. 5. *J. delicata*, субмедианное сечение, пМ СПбГУ, экз. № 84/8-5:1, обр. 8-5, д. Ёгла, веневский горизонт;.



Рис. 4. Виды рода *Janischewskina* с преимущественно толстой стенкой раковины. Длина масштабной линейки 0,5 мм. Экземпляры фиг. 1–3, 5, 7, 8 происходят из обнажений визейского яруса правого берега р. Мста, Московская синеклиза, северо-западное крыло; фиг. 4, 9 – Московская синеклиза, южное крыло. Фиг. 1. *J. typica*, медианное сечение, ПМ СПбГУ, экз. № 84/В1-3β:2, обр. В1-3β, устье р. Варушенка, михайловский горизонт. Фиг. 2. *J. typica*, аксиальное сечение, ПМ СПбГУ, экз. № 84/В1-3β:2, обр. В1-3β, устье р. Варушенка, михайловский горизонт. Фиг. 3. *J. rovnensis*, аксиальное сечение, слабо скошенное, с – длинные тонкие септы, ПМ СПбГУ, экз. № 84/В7-9:1, обр. В7-9, дер. Ёгла, веневский горизонт. Фиг. 4. *J.* aff. *gibshmanae* (?), медианное сечение, ВНИГНИ, экз. 06.104А-2, скв. 6, инт. 141,9–151,9 м, шл. 06-104А, веневский горизонт. Фиг. 5. *J. orbiculata*, аксиальное сечение, во внутренних оборотах наблюдается четкая смена осей навивания на 90°, ИГГ УРО РАН, экз. 2400/7004, обр. 69-89, разрез Брод-Ключики, восточный склон Среднего Урала, визейский ярус, аверинский горизонт. Фиг. 8. *J. isotovae*, медианное сечение, кошенное, *a*₃ – микроустья в септе или ячеистая интерсептальное пространство, ПМ СПбГУ, экз. № 84/В1-7:1, обр. В1-7, устье р. Варушенка, михайловский горизонт. Фиг. 7. *М* ило сечение, скошенное, *a*₃ – микроустья в септе или ячеистая интерсептальное пространство, ПМ СПбГУ, экз. № 84/В1-7:1, обр. В1-7, устье р. Варушенка, михайловский горизонт. Фиг. 8. *J. isotovae*, медианное сечение, неполное, наблюдается закрытое интерсептальное пространство, ПМ СПбГУ, экз. № 84/В1-7:1, обр. В1-7, устье р. Варушенка, михайловский горизонт. Фиг. 9. *J. isotovae*, медианное сечение, интерсептальное пространство закрытое, ПИ НВГУ, экз. № 84/В1-7:1, обр. В1-7, устье р. Варушенка, михайловский горизонт. Фиг. 9. *J. isotovae*, медианное сечение, кошенное, интерсептальное пространство, ПМ СПбГУ, экз. № 84/В1-7:1, обр. В1-7, устье р. Варушенка, михайловский горизонт. Фиг. 9. *J. isotovae*, медианное сечение, кошен

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ганелина Р.А. Фораминиферы визейских отложений северо-западных районов Подмосковной котловины // Микрофауна СССР. Сб. VIII. Тр. ВНИГРИ. Нов. сер. 1956. Вып. 98. С. 61–159.

Гибшман Н.Б. К характеристике фораминифер стратотипа серпуховского яруса в карьере Заборье (Подмосковье) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2003. Т. 11, № 1. С. 39–63.

Гибшман Н.Б., Вевель Я.А., Зайцева Е.Л., Степанова Т.И. *Janischewskina* Mikhailov, 1935 emend. Mikhailov, 1939 (фораминиферы карбона): морфология, биостратиграфия и ареал // ПАЛЕОСТРАТ-2017. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 2017 г. Тезисы докладов. Алексеев А.С. (ред.). М.: ПИН РАН, 2017. С. 20–21.

Гроздилова Л.П., Лебедева Н.С. Палеонтологические описания. Фораминиферы // Опорные разрезы и фауна визейского и намюрского ярусов Среднего и Южного Урала. Л.: Недра, 1978. С. 45–57.

Малахова Н.П. Фораминиферы известняков р. Шартымки на Южном Урале // Сборник по вопросам стратиграфии № 3. Тр. Горно-геол. Ин-та. Свердловск. 1956. Вып. 24. С. 26–71.

Опорный разрез нижнего карбона р. Мсты // Путеводитель экскурсии 21–24 сентября 2012 г. III Всероссийского совещания: «Верхний палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия» / Ю.В. Савицкий, О.Л. Коссовая, И.О. Евдокимова, Я.В. Вевель. СПб., 2012. 55 с.

Раузер-Черноусова Д.М., Герке А.А. Терминологический справочник по стенкам раковин фораминифер. М.: Наука, 1971. 192 с.

Степанова Т.И., Гибшман Н.Б. Новое название для вида Janischewskina compressa Grozdilova et Lebedeva, 1978 (Foraminifera) // Палеонтол. журн. 2017. № 5. С. 114.

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. Мат-лы Международного полевого совещания. Уфа, 2009. С. 97–128.

Gibshman N.B., Baranova D.V. The foraminifers Janischewskina and "Millerella," and their evolutionary patterns and biostratigraphic potential for the Visean–Serpukhovian boundary. // Proceedings of 15th International Congress on Carboniferous and Permian, Wong, Th.E. (ed). Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences: Amsterdam; 2007. P. 269–281.

Gibshman N.B., Kabanov P.B., Alekseev A.S., Goreva N.V., Moshkina M.A. Novogurovsky Quarry. Upper Visean and Serpukhovian // Type and reference Carboniferous sections in the south part of the Moscow Basin. Moscow: PIN RAS, 2009. P. 13–44.

Loeblich A.R.J., Tappan H. Foraminiferal Genera and their classification: Van Nostrand Reinhold Co. (New York). 1987. Vol.1. 970 p. Vol. 2. 212 p.

Pille L., Vachard D., Argyriadis I., Aretz M. Revision of the late Visean-Serpukhovian (Mississippian) calcareous algae, foraminifers and microproblematica from Balia-Maden (NWTurkey) // Geobois. 2010. Vol. 43. P. 531–546.

ПАЛЕОБАТИМЕТРИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ СРЕДНЕЙ–ВЕРХНЕЙ ЮРЫ УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА (РУССКАЯ ПЛИТА) ПО БЕНТОСНЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ

С.О.Зорина

¹Казанский федеральный университет, Казань, svzorina@yandex.ru

DEPTH ESTIMATIONS DURING THE MIDDLE-LATE JURASSIC IN THE ULYANOVSK-SARATOV THROUGH (RYSSIAN PLATFORM) BY BENTHIC FORAMINIFERA

S.O.ZORINA

¹Kazan Federal University, Kazan

Paleobathymetric modeling was provided using dwelling specificity of benthic foraminifera in the North-Eastern Uljanovsk-Saratov Through (Eastern Russian Platform) in the mid-late Jurassic. The dynamics of change in generic and species quantity of calcareous and agglutinating community, the emergence of new species, and total foraminifera quantity are studied. The obtained parameters curves and paleobathymetric curve coupled with the bathymetric zones were drawn. The mid Jurassic basin depth gradually increased from 0 m in the Bathonian to 250 m in the Mid Callovian. Maximum depth (300 m) is estimated in the latest early Callovian. The upper Jurassic sediments were formed in the lower Nerithic- upper Bathyal zone (100–250 m). The late Jurassic basin maximum depth (about 300 m) is estimated in the latest early Volgian. The sharp deepening was followed by the subsequent transgressive shallowing, anoxia, and bituminous sediments accumulation in the mid Volgian. The late Volgian basin depth is evidenced for no more than 50 m.

Key words: benthic foraminifera, bathymetry, Russian plate, Middle Jurassic, Upper Jurassic.

Области практического использования результатов микрофаунистического анализа весьма обширны. Широкое применение, например, находит математическая обработка количественных микропалеонтологических данных, по результатам которой выделяются сообщества организмов, обитающие в сходных экологических и батиметрических условиях. В результате вся ассоциация фораминифер, найденных в разрезе, может быть разделена на биотопы, распределяющиеся по различным батиметрическим зонам.

В рамках настоящего исследования выполнена количественная оценка глубины морского бассейна, охватывающего северо-восточную часть Ульяновско-Саратовского прогиба (восток Русской плиты) в средней-поздней юре.

Палеобатиметрические реконструкции выполнены на основе проведенного Г.Н. Страцевой микрофаунистического анализа 77 образцов керна из средне-верхнеюрской части Татарско-Шатрашанской скважины № 1 (Правобережье Волги, Сурско-Свияжское междуречье, юго-запад Республики Татарстан). Микрофауна была обнаружена в 50 образцах. Не охарактеризованными фораминиферами оказались батские слои, базальная часть келловея и терминальные песчаные слои волжского региояруса (Зорина, Старцева, 2010) (рис. 1). Фораминиферовые зоны были увязаны с аммонитовой разбивкой, что позволило получить более надежную комплексную хроностратиграфическое расчленение разреза (Зорина, 2007).

На основе выработанных ранее представлений о закономерностях глубинного распределения фораминифер (Старцева, 1975), произведено моделирование батиметрического расселения известкового и агглютинирующего бентоса в рассматриваемом палеобассейне (рис. 2).

Юрский известковый бентос (рис. 1, 2), состоящий в основном из представителей отрядов Lagenida, Rotaliida, Polymorphinida и Miliolida, занимал всю шельфовую зону. Причем, обитание нодозариид связывается со спокойным гидродинамическим режимом при достаточном удалении от береговой линии (Старцева, 1975), что соответствует средней и нижней неритическим зонам (50–200 м). Массовое же скопление толстостенных эпистомин и псевдоламаркин происходило в условиях с активной средой на небольших глубинах (0–50 м), т.е. в верхней неритической зоне.

Увеличение числа экземпляров, родов и видов, а также вновь появившихся видов с известковой раковиной свидетельствуют об углублении рассматриваемого бассейна с прибли-

ТРУДЫ	XVII	B C E	P O C	СИЙ	Í C F	KOI	ГΟ	Μ	Иŀ	$\mathcal{C}P$	OI	TA.	TE	01	ΗT	0 Л	0	ΓИ	Ч	ΕC	ĽK	0.	ГΟ
	C O B	ЕЩА	НИЯ	$I \ll C$	O B	P E	ΜĒ	EH	HA	Я	M	ИК	P	Э П	A J	ΙE	O E	ΙT	O J.	10	ГΪ	ΊЯ	Γ.
									П	P (Э Б	ЛЕ	M	Ы	И	ПE	P	СΠ	ΙE	К 1	И	BI	Ы
						(KA	3 A	1 H	Ь,	2 -	4 – 2	29	С.	EH	ТЯ	ΙБ	PЯ	2	01	8	Г	.)
											Λ	10	C K	CB.	4:	ПІ	ИH	- F	Ά.	Η,	2	0 1	8



Рис. 1. Распределение доминирующих видов фораминифер по разрезу средней-верхней юры, вскрытому Татарско-Шатрашанской скважиной № 1: 1 – пески, песчаники; 2 – глины; 3 – мергели: а – известковые, 6 – доломитовые; 4 – оолитовые мергели; 5 – горючие сланцы; 6 – распределение фораминифер по разрезу: а – первое появление; количество (экз.): 6 – единично (1–5), в – редко (6–10), г – обычно (11–15), д – много (свыше 15); 7 – доминирующие представители известкового бентоса; 8 – доминирующие представители автистование обнители автисти представители обнители.


Рис. 2. Модель батиметрического расселения бентосных фораминифер в средней-поздней юре на северо-востоке Ульяновско-Саратовского прогиба (Зорина, Старцева, 2010, с изменениями)

жением к основанию нижней неритической зоны. В верхней батиали количество известкового бентоса резко сокращается (Sharma, Takayanagi, 1982).

Для оценки палеобатиметрии выбраны критерии, наиболее подходящие для анализа выявленной ассоциации фораминифер. По каждой пробе были подсчитаны следующие параметры: общая численность популяции, родовое и видовое разнообразие, появление новых видов, число агглютинирующих и известковых форм. Затем на основе проведенных подсчетов были построены графики изменения данных параметров по разрезу (рис. 3).

Изменение численности агглютинирующего бентоса по разрезу также является показателем вариации глубины рассматриваемого бассейна (Старцева, 1975). Расселение фораминифер с песчанистой стенкой раковины указывает на условия, в которых затруднено осаждение карбоната кальция. Палеоценоз с увеличением численности представителей отрядов Lituolida, Trochamminida, Astrorhizida, Textulariida, Ataxophragmiida и Ammodiscida занимал все более глубокие части бассейна в основном в нижней неритической – верхней батиальной зонах (т.е. 150–350 м) (рис. 2).

Видовое разнообразие и соотношение известкового и агглютинирующего бентоса в юрском комплексе имеет следующие особенности. В сообществе доминирует известковый бентос при подавляющем преобладании представителей отряда Lagenida и незначительном присутствии представителей отрядов Polymorphinida и Rotaliida. Агглютинирующий бентос представлен лишь несколькими видами родов *Ammobaculites* и *Haplophragmoides*. Соотношение известкового и агглютинирующего бентоса оценено и визуализировано по трем группам фораминифер: лагенидам, остальному известковому бентосу и агглютинирующим фораминиферам (рис. 3). Динамика этих трех групп показана отдельно, т.к. каждая из них является батиметрическим индикатором (Старцева, 1975).

После проведенного анализа экологических особенностей исследованного сообщества фораминифер, количественных подсчетов численности, родового и видового разнообразия в разрезе были выделены палеобатиметрические зоны и построена батиметрическая кривая (рис. 3).

Батиметрическая кривая демонстрирует достаточно плавное углубление бассейна в средней юре от 0 до середины верхней батиали (250 м). Максимальная глубина бассейна (300 м) отмечена в конце раннего келловея наибольшей численностью и разнообразием фораминифер. Формирование среднекелловейской событийной пачки оолитовых мергелей происходило на глубине порядка 250 м и не вызвано резкими эвстатическими флуктуациями.

Плавное увеличение глубины бассейна в бате-среднем келловее сопровождалось двумя эпизодами промежуточного незначительного углубления, реконструированными в батском веке и во второй половине раннего келловея. Последний из приведенных промежуточных максимумов проводится по всплеску биоразнообразия и численности фораминифер, воз-

Ha M	ema			арус	по нитам	вијог	е образцы	количес бент	Криі твенного госных ф	вые распр орами			Батиметри- ческая кривая			
Глубин скв. 1,	Систе	Отдел	Apyc	Подъя	Зоны аммоі	Литол	истически	іество пляров ззце	30e 280e 06-	ание видов	оше- состав и- щего и кового	Батиметри- ческая зональность		ческая (50-100	еская (100-200 Іьная (200-600	
230	МЕЛО- ВАЯ	ИЖНИЙ	⁻ ОТЕРИ- ВСКИЙ	ВЕРХ- НИЙ	Cautholitura		Иикрофаун	ниесус 100 в 200	ок 0 разие 0 разие	иявон 0 10 10	Соотно ние и с ние и с нирую бентос		зерхняя неритич	средняя нерити	нжняя неритич Верхняя батиал	
240	_	т	_	BEP.	fulgens		Ē	МИКРО	ОФАУНА НЕ (ОБНАРУУ	КЕНА	Верхняя неритическая	Ē	0.		
	1		СКИЙ	CP.	panderi			\leq				Нижняя неритическая		٦		
250			ЮЛЖ	ниж- ний	sokolovi			2	K	5	apilida,	Верхняя оатиальная Средняя-нижняя неритическая		C	$\overline{\mathbf{n}}$	
260	λ				klimovi autissiodo- rensis			}	рло видов	5	Adel orpsy lymorphir aliida, Mil	Верхняя батиальная				
270	ę	١Ň	ИЙ		eudoxus			5	ИН	$\left \right\rangle$	Rote	Средняя-нижняя неритическая Верхняя батиальная		C	\sum	
280		EPXHI	джск	хний	acanthicus			\sum	To pogos	}	ряда	Верхняя батиальная Средняя-нижняя		r	\mathcal{D}	
	2	ш	MEPU	BEP				7	ЧИСТ	Į	виды от Lagen	неритическая Верхняя батиальная Средняя-нижная			>	
290	_		КИ					M		3		неритическая Верхнсредн. неритич. Верхняя батиальная				
300	CKAA			CP.	jason koenigi	- <u>0</u> -0		5	P	7	a lites, moides	Верхняя батиальная Нижняя неритическая			5	
310	ЮF		ский		elatmae			K	K		Addel podot aplophrag	Верхняя батиальная				
320			ОВЕЙС	кний			Ē	5	*	5	HAB	Нижняя неритическая		/	/	
330	30 ИНЦ	КЕЛЛ(КИН		_					Верхняя - средняя неритическая						
000		дний						МИКЕ	РОФАУНА Н	Е ОБНА	РУЖЕНА	Верхняя неритическая	\langle	$\left \right\rangle$		
340	СРЕД		СРЕ	ЖИЙ							Верхняя - средняя неритическая					
350			BATC									Суша	ſ			
	ΠEP.	CP.	УРЖ.													
		1	-		2	al — T — T — 6/ — 7 — 7 —	- 1 		<u>-9-9</u> <u>9-9-</u> 4 <u>-9-9</u> 4		5					

Рис. 3. Количественное распределение бентосных фораминифер по разрезу средней-верхней юры скв. 1 и батиметрическая зональность (Зорина, Старцева, 2010, с дополнениями): 1 – пески, песчаники; 2 – глины; 3 – мергели: а – известковые, б – доломитовые; 4 – оолитовые мергели; 5 – горючие сланцы

никшему при углублении бассейна до верхней части верхней батиали. Подтверждением этого является появление в комплексе фораминифер агглютинирующих родов – *Ammobaculites* и *Haplophragmoides*.

Батиметрическая кривая, построенная по разрезу верхнеюрской части разреза, отличается меньшей плавностью. Изменения глубины бассейна происходили с большей частотой,

чем в бате-келловее. Проведенные реконструкции позволяют предполагать, что преобладающая глубина находилась в пределах 100–200 м, что соответствует нижней неритической зоне. Наибольшая глубина, соответствующая средней части верхней батиали (около 300 м), фиксируется по максимуму численности, биоразнообразия и числа вновь появившихся видов, отмеченному в мергелях на рубеже нижне- и средневолжского подъярусов.

В данной части разреза достаточно уверенно выделяется 6 промежуточных всплесков биоразнообразия, численности и новых видов фораминифер, каждый их которых соответствует погружению дна бассейна в область верхней батиали (рис. 3). Подтверждением наступления эпизодических углублений является увеличение именно в этих интервалах разреза процента агглютинирующих видов – Haplophragmium monstratus (Dain), H. Dervisae Dain, Ammobaculites verus Dain, A. haplophragmioides Furss. et Pol., и Trochammina infida. Этапы обмеления до уровня средней неритической зоны совпадают с увеличением процента мелководного известкового бентоса родов Epistomina, Pseudolamarckina и др.

Особое внимание в рассматриваемом разрезе привлекает средневолжская пачка битуминозных сланцеватых алевролитов, имеющая широкое распространение на востоке Русской плиты. Несмотря на трансгрессивное налегание на разновозрастные образования оксфорда, кимериджа и волжского региояруса (Унифицированная..., 2012), глубина бассейна при ее формировании, судя анализу количественных параметров фораминиферового сообщества, не превышала 80–100 м. Максимальное углубление бассейна до 250 м, которое приходится на ранневолжское время, с началом фазы panderi сменилось обмелением до глубин порядка 100 м. Мелководность (до 100 м) средневолжского моря на Русской плите именно в фазу pandегі была отмечена Н.М. Страховым (1960) и подтверждена И.Г. Сазоновой и Н.Т. Сазоновым (1967). Обмеление бассейна на фоне одновременно развивающейся трансгрессии – достаточно редкое явление. Возможность такого результата совместного воздействия эвстазии и «тектонического шума» в платформенных бассейнах недавно рассматривалась (Зорина, 2014). В данном случае на глобальное падение уровня моря, с которым связано общее обмеление бассейна в поздней юре, наложилось региональное средневолжское прогибание, чем и обусловлено растекание мелеющего моря на значительные территории. В конце волжского века глубина бассейна не превышала 50 м, а сильная активность водной среды не могла обеспечить обитание и сохранность бентосных фораминифер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зорина С.О. Стратиграфия средне- и верхнеюрских отложений востока Русской плиты // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 3. С. 32–41.

Зорина С.О., Старцева Г.Н. Биофации бентосных фораминифер, палеобатиметрия и секвенс-стратиграфия среднеюрских-нижнемеловых отложений востока Русской плиты (район Татарско-Шатрашанской скважины 1, Республика Татарстан) // Литосфера. 2010. № 4. С. 81–93.

Сазонова И.Г., Сазонов Н.Т. Палеогеография Русской платформы в юрское и раннемаловое время // Тр. ВНИГНИ. Вып. 62. Л.: Недра, 1967. 260 с.

Старцева Г.Н. К вопросу о палеоэкологии позднеюрских фораминифер Среднего Поволжья // Образ жизни и закономерности расселения современной и ископаемой микрофауны. М.: Наука, 1975. С. 201–204.

Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 1, 2. Изд-во АН СССР, 1960.

Унифицированная региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка / В.В. Митта (отв. ред.). М.: ПИН РАН, ФГУП «ВНИГНИ», 2012. 64 с.

Sharma V., Takayanagi Y. Paleobathimetric history of Late Neogene foraminiferal assemblages of the Kakegawa Area, Central Asia // Tohoku Univ. Sci. Rep. 2nd ser. (Geol.). 1982. V. 52, N 1–2. P. 77–90.

ПОГРАНИЧНЫЕ БАШКИРСКО–МОСКОВСКИЕ ФУЗУЛИНИДОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СВЯЗЬ ИХ С ФАЦИЯМИ В ТУРКЕСТАНО-АЛАЕ (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

А.В. Дженчураева

Институт геологии им. Адышева НАН КР, Бишкек, Киргизия, djenchuraeva@gmail.com

BASHKIRIAN-MOSCOVIAN BOUNDARY FUSULINE ASSEMBLAGES AND THEIR CONNECTION WITH DEPOSITIONAL FACIES IN THE TURKESTAN-ALAI (SOUTH TIANSHAN)

A.V. DJENCHURAEVA

Institute of Geology, National Academy of Sciences, Bishkek, Kyrgyz Republic

In connection with the work of the International Group on the selection and justification of the GSSP of the lower boundary of the Moscovian stage of the International Stratigraphic Scale, the materials on the "Akhuntau" reference section in the Tukestan-Alai were re-examined. The confinement of fusulinids of the boundary zonal assemblages to three bathymetric levels of their habit i.e. supra-, epi- and infraneritic has been established. It was revealed that the epineritic assemblage is the most favorable for the selection of species-markers of the end of the Bashkirian and the beginning of the Moscovian.

Key words: Fusulinids, bathymetric assemblages, species-markers.

Вопрос проведения границы между башкирским и московским ярусами обсуждается в в связи с деятельностью Международной рабочей группы по выбору и обоснованию GSSP нижней границы московского яруса Международной стратиграфической шкалы (МСШ). До сих пор нет его однозначного решения. Существует две точки зрения проведения этой границы в кровле или в подошве мелекесского горизонта на Русской платформе и его возрастных аналогов в других регионах. В Южном Тянь-Шане преобладала первая точка зрения, которую поддерживали М.Н. Соловьева (Соловьева, 1963), Ф.Р. Бенш (1969), З.С. Румянцева (1973), А.В. Дженчураева (1974, 1979). Вторая точка зрения поддерживалась Л.А. Эктовой (1966), А.Д. Миклухо-Маклаем (1960, 1963), В.И. Николаевым (1981) и Е.И. Кулагиной (2006).

В этой связи нами были переизучены опорные разрезы Южного Тянь-Шаня, основным из которых является разрез Ахунтау, расположенный в Туркестанском хребте, в горах Ахунтау, на левом борту р. Карасай. В этом непрерывном разрезе в пограничном интервале выделяются две фораминиферовые зоны Verella spicata, Tikhonovichiella tikhonovichi в башкирском ярусе и Aljutovella aljutovica, Eofusulina triangula в московском.

Одновозрастные фораминиферы встречаются в различных фациальных типах пород, от которых зависит видовой и родовой состав их комплексов. Ранее они нами были изучены с точки зрения обитания их в различных батиметрических зонах. Были выявлены супра-, эпии инфранеритовые комплексы, приуроченные к разным глубинам их обитания и охарактеризованные разными фациальными типами пород. Поэтому характеристика пограничных зональных комплексов дается по этим батиметрическим уровням (Дженчураева, 1975).

Зона Verella spicata, Tikhonovichiella tikhonovichi

В супранеритовых отложениях, представленных оолитовыми и «пятнистыми» известняками (грейнстоунами), преобладают редкие псевдоштаффеллы *Pseudostaffella antiqua* (Dutkevich), *P. grandis* (Schlykova), *P. gorskyi* (Dutkevich), *P. composita* Grozdilova et Lebedeva. Встречаются шубертеллы группы *Schubertella obscura*. Часты штаффелаеформисы (*S. parva* (Lee et Chen), *S. bona* (Grozdilova et Lebedeva), *S. staffellaeformis* (Kireeva). Появляются первые представители группы *Depratina prisca* (*D. praeprisca* Solovieva) (рис. 1).

В эпинеритовых отложениях, представленных серыми детритовыми слоистыми известняками (пакстоуны биокластовые), встречены Verella spicata Dalmatskaja, Tikhonovichiella tikhonovichi (Rauser), Aljutovella nibelensis (Rauser), A. alaica Dzhenchuraeva, Skelnevatella cybaea (Leontovich). Значительную часть сообщества составляют ромбические профузулинеллы – P. pararhomboides Rauser et Beljaev, P. postpararhomboides Dzhenchuraeva, P. minima Dzhenchuraeva, P. primitiva Sosnina.

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Зона Verella spicata, Tikhonovichiella tikhonovichi. Фиг. 1–16. Супранеритовый комплекс: 1, 2 – Schubertella obscura Lee et Chen; 3 – Schubertella obscura procera Rauser; 4 – Pseudostaffella antiqua (Dutkevich); 5, 6 – Pseudostaffella praegorskyi Rauser; 7 – Pseudostaffella posterior (Safonova); 8, 9 – Pseudostaffella grandis (Schlykova); 10, 11 – Pseudostaffella sofronizkyi Safonova; 12 – Pseudostaffella composita Grozdilova et Lebedeva; 13 – Staffellaeformes staffellaeformis (Kireeva); 14 – Staffellaeformes bona (Grozdilova et Lebedeva); 15 – Staffellaeformes parva (Lee et Chen); 16 – Profusulinella kireevae Dzhenchuraeva. Фиг. 17–27. Эпинеритовый комплекс: 17 – Pseudostaffella grandis (Schlykova); 18 – Pseudostaffella sofronizkyi Safonova; 19 – Pseudostaffella gorskyi (Dutkevich); 20 – Ozawainella concinnae Dzhenchuraeva; 21 – Ozawainella tingi (Lee); 22 – Ozawainella pararhomboidalis Manukalova; 23 – Profusulinella primitiva Sosnina; 24 – Profusulinella postpararhomboides Dzhenchuraeva; 25 – Tikhonovichiella tikhonovichi (Rauser); 26 – Verella spicata Dalmatskaja; 27 – Skelnevatella cybaea (Leontovich). Фиг. 28–34. Инфранеритовый комплекс: 28 – Ozawainella pararhomboidalis Manukalova; 29 – Ozawainella paratingi Manukalova: 30 – Ozawainella sp.; 31 – Ozawainella pseudoangulata Putrja; 32 – Tikhonovichi ella tikhonovichi (Rauser); 33 – Verella spicata Dalmatskaja; 34 – Verella varsanofievae Dalmatskaja

Также встречаются еще и псевдоштаффеллы группы P. antiqua и P. gorskyi. Единичные Ozawainella pararhomboidalis Manukalova и первые O. tingi Lee.

Инфранеритовые отложения, состоящие из темно-серых слоистых известняков с кремнями изобилуют озаваинеллами – *O. pararhomboidalis* Manukalova, *O. concinnae* Dzhenchuraeva, *O. tingi* Lee, появляются первые *O. paratingi* Manukalova. Здесь же найдены представители группы *Tikhonovichiella tikhonovichi* и ромбические профузулинеллы. Основное количество верелл собрано в отложениях этой зоны – *Verella spicata* Dalmatskaja, *Verella varsanofievae* Dalmatskaja.

Таким образом, наиболее благоприятными для стратиграфии являются эпинеритоые отложения, которые содержат наиболее разнообразных представителей фораминифер. Не вызывает особых затруднений и расчленение инфранеритовых отложений для которых характерен богатый видовой состав. Наиболее обеднено супранеритовое сообщество, где отсутствует даже вид-индекс *Verella spicata*. Мощность отложений по типовому разрезу Ахунтау – 30 м.

Зона Aljutovella aljutovica, Eofusulina triangula

Виды-индексы этой зоны, как и в других случаях, выделяются по первому их появлению. В отложениях данной зоны число видов, впервые появляющихся, достигает 82, т.е. сообщество этой зоны обновляется на 70% по сравнению с таковыми зоны Verella spicata, Tikhonovichiella tikhonovichi.

В супранеритовых мелководных преимущественно грейнстоуновых отложениях преобладают шубертеллы групп Sch. obscura и Sch. pauciseptata. Очень много ователл (O. ovata (Rauser), O. subovata (Safonova) и представителей группы Profusulinella mutabilis. Единичные депратины – (D. prisca (Deprat) и др.). Впервые появляются эофузулины – E. triangula Rauser et Beljaev (рис. 2).

Эпинеритовый комплекс, представленный биокластовыми пакстоунами, наиболее богат в видовом разнообразии. Это многочисленные депратины – D. prisca (Deprat), D. timanica (Kireeva), профузулинеллы – Profusulinella tchauwaica Dzhenchuraeva, P. terskeica Dzhenchuraeva, складчатые вереллы – Verella normalis Rumjanzeva, V. imperplana Rumjanzeva, Eofusulina triangula Rauser et Beljaev. Единичные представители неоштаффелл – N. subquadrata (Grozdilova et Lebedeva).

В инфранеритовых отложениях, представленных детритово-фораминиферовыми известняками с биокластитовыми пакстоунами, количество встреченных видов ограничено и состав фораминифер более однообразен. Здесь встречаются преимущественно неоштаффеллы – *N. subquadrata* (Grozdilova et Lebedeva), *P. pseudoquadrata* (Manukalova), профузулинеллы группы *P. rhomboides* и озаваинеллы группы *Ozawainella mosquensis* (*O. mosquensis* Rauser).

Как и в предыдущей зоне, наиболее важными для стратиграфии являются эпинеритовые отложения. Но и в супранеритовых есть виды-спутники вида-индекса, такие как *Schuberte-lla pauciseptata* subsp. *ferganensis* Dzhenchuraeva, *Profusulinella fittsi* (Thompson). Мощность отложений зоны по типовому разрезу Ахунтау 64 м.

Итак, характерный комплекс каждой биостратиграфической зоны состоит из представителей нескольких батиметрических сообществ фузулинид. Иными словами, состав зонального комплекса в разных частях литорали меняется. Оптимальной для жизни бентосных фораминифер была эпинеритовая зона, где было достаточно света, незначительное волновое воздействие. Поэтому ее отложения наиболее благоприятны для стратификации. В супранеритовой зоне, хорошо освещенной, господствовало сильное волноприбойное движение, обуславливавшее избирательную округлую форму раковин. В инфранеритовой зоне господствовало сильное гидростатическое давление и слабая освещенность, помогавшие сохраниться крепким остроугольным раковинам.

Отложения одной биостратиграфической зоны чаще всего состоят из чередования отложений разных батиметрических уровней, что подтверждает их одновозрастность.

Внимательное переизучение фораминиферовых комплексов пограничного башкир-московского интервала позволило определить проведение этой границы в опорном разрезе Ахунтау (Южный Тянь-Шань). Ее нужно проводить, учитывая фациальную приуроченность фораминифер выбирая вид-маркер из эпинеритовых коплексов. Реперами проведения этого рубежа являются:

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 2. Зона Aljutovella aljutovica, Eofusulina triangula. Фиг. 1–5. Супранеритовый комплекс: 1 – Schubertella obscura Lee et Chen; 2 – Schubertella pauciseptata ferganensis Dzhenchuraeva; 3 – Ovatella ovata (Rauser); 4 – Ovatella subovata (Safonova); 5 – Depratina prisca (Deprat). Фиг. 6–15. Эпинеритовый комплекс: 6 – Depratina prisca (Deprat); 7 – Depratina timanica (Kireeva); 8 – Profusulinella carasaica Dzhenchuraeva; 9 – Profusulinella terskeica Dzhenchuraeva; 10 – Neostaffella subquadrata (Grozdilova et Lebedeva); 11 – Profusulinella rhomboides Lee et Chen; 12 – Aljutovella aljutovica Rauser; 13 – Verella imperplana Rumjanzeva; 14 – Verella normalis Rumjanzeva; 15 – Eofusulina triangula Rauser et Beljaev. Фиг. 16–23. Инфранеритовый комплекс: 16 – Neostaffella subquadrata (Grozdilova et Lebedeva); 17 – Neostaffella umbilicata (Putrja et Leontovich); 18 Ozawainella mosquensis Rauser; 19 – Ozawainella elita Manukalova; 20 – Profusulinella fittsi (Thomson); 21 – Profusulinella turkestanica

1. Исчезновение из комплекса представителей рода *Verella* и первое появление видов рода *Eofusulina (Eofusulina triangula* может быть видом-маркером).

2. Исчезновение башкирских тихоновичиелл и на смену им появление и развитие представителей группы *Aljutovella aljutovica* (*Aljutovella aljutovica* может также быть видом-маркером).

3. Появление первых депратин (*Depratina prisca* тоже может быть видом-маркером.)

4. Почти полное исчезновение архедисцид, а также псевдоштаффелл и первое появление представителей рода *Neostaffella* в отложениях московского яруса.

5. Смена донецелловой водорослевой ассоциации представителями рода Beresella.

6. Границу между башкирским и московским ярусами следует понимать по Е.А. Рейтлингер (1970) как границу между этапами III порядка, что должно отражаться в эволюции фораминифер на уровне родов и групп видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бенш Ф.Р. Стратиграфия и фораминиферы каменноугольных отложений юго-западных отрогов и южного склона Гиссарского хребта. Ташкент: ФАН, 1969. 173 с.

Дженчураева А.В. О батиметрической зональности среднекаменноугольных фузулинид Туркестано-Алая. // Вопр. микропалеонтологии. 1975. Вып. 18. С. 74–95.

Дженчураева А.В. Стратиграфия и фораминиферы среднекаменноугольных отложений Туркестано-Алая (зона Высоких предгорий Туркестано-Алая). Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Фрунзе, 1974. 38 с.

Дженчураева А.В. Стратиграфия и фораминиферы среднекаменноугольных отложений северных склонов Туркестано-Алая. Фрунзе: Илим, 1979. 184 с.

Кулагина Е.И. Биостратиграфия нижнего и среднего карбона Южного Урала и юго-востока Русской платформы по фораминиферам. // Автореф. дисс. ... докт. геол.-минеал. наук. М., 2006. 54 с.

Миклухо-Маклай А.Д. Стратиграфия каменноугольных отложений Средней Азии // Вестн. ЛГУ. 1960. № 6. Вып. 1. С. 20–30.

Миклухо-Маклай А.Д. Верхний палеозой Средней Азии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1963. 329 с.

Николаев А.И. Стратиграфия и фораминиферы среднекаменноугольных отложений востока Тимано-Печорской провинции. // Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Л., 1981. 24 с.

Рейтлингер Е.А. Каменноугольная система и ее основные подразделения, согласно этапности развития фораминифер // Проблемы стратиграфии карбона. М.: Наука, 1970. С. 28–41.

Румянцева З.С. Стратиграфия каменноугольных отложений низких предгорий Туркестанского хребта // Узб. геол. журн. 1973. № 2. С. 76 – 81.

Соловьева М.Н. Стратиграфия и фузулинидовые зоны среднекаменноугольных отложений Средней Азии. // Тр. ГИН АН СССР. 1963. Вып. 76. 134 с.

Эктова Л.А. Стратиграфия башкирских отложений Тянь-Шаня (по фузулинидам) // Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Л., 1966. 19 с.

ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЗДНЕВИЗЕЙСКИХ ФОРАМИНИФЕР ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Л. Зайцева^{1,2}, К.В. Сахненко^{1,3}

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, ezaitseva@mail.ru ²ВНИГНИ, Москва, sakh-karina@yandex.ru ³Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва

FACIAL FEATURES OF DISTRIBUTION OF LATE VISEAN FORAMINIFERS FROM VOLGA-URAL AREA

E.L. ZAYTSEVA^{1,2}, K.V. SAKHNENKO^{1,3}

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow ²VNIGNI, Moscow ³Borissiak Paleontological Institute, Russian Acaedmy of Sciences, Moscow

The features of the distribution of foraminiferal associations in the Upper Viséan sediments of the reference well sections 1 Melekess and 1 Buzuluk are investigated. According to the ratio of the structural components of the rocks and the texture features in the carbonate sediments, 7 microfacies (MCF) are distinguished, characterizing the depositional environments of the open shallow shelf and the coastal-marine shelf. The structure of benthic biota communities is revealed. The characteristic of foraminiferal assemblages is given, taking into account taxonomic diversity, frequency of occurrence and degree of preservation.

Key words: Volga-Ural, Upper Viséan, foraminifers, biostratigraphy, microfacies.

Верхневизейские отложения в опорных скважинах 1 Мелекесс (рис. 1) и 1 Бузулук (рис. 2) представлены преимущественно карбонатными породами – толщей переслаивания известняков и доломитов с редкими прослоями известняковых конгломератов. Терригенные отложения (песчаники, алевролиты, глины и аргиллиты) отмечаются в нижней части тульского горизонта, а в верхней части веневского горизонта скв. 1 Бузулук фиксируется толща ангидритов с прослоями доломитов (Каменноугольные..., 1959; Нефтегазоносные..., 1970). Одной из самых разнообразных и многочисленных групп бентосной биоты в изученных разрезах являются фораминиферы. В рассматриваемых отложениях встречены ассоциации четырех фораминиферовых зон: Paraarchaediscus kotjubensis-Endothyranopsis compressa, Archaediscus gigas-Eostaffella proikensis, Eostaffella ikensis, Endothyranopsis sphaerica- Eostaffella tenebrosa, отвечающие по объему региональным стратиграфическим подразделениям Восточно-Европейской платформы (Решение..., 1990). Характеристика зональных комплексов, таксономическое разнообразие и динамика видового разнообразия поздневизейских фораминифер приведены в работах (Зайцева, 2014; Zaytseva, 2014; Сахненко, Зайцева, 2017а, б). Цель данной работы – рассмотреть особенности распределения фораминифер в зависимости от фаций. Бентосные сообщества в изученных разрезах представлены фораминиферами, брахиоподами, иглокожими (преимущественно криноидеями), остракодами, реже мшанками и кораллами. Частым компонентом, а иногда и основным являются известковые водоросли. Структура сообществ обычно сложная и определяется разным сочетанием фауны и альгофлоры. По соотношению структурных компонентов – количественному и качественному соотношению органических остатков и вмещающей цементирующей массы, а также текстурным особенностям пород в карбонатных отложениях верхнего визе изученных разрезов установлены следующие микрофации (при описании карбонатных пород использована классификация Данэма (Dunham, 1962).

МКФ 1. Пакстоун с беспорядочной текстурой. Содержание органических остатков составляет 50–90%. Основная масса (цемент) представлена преимущественно микрозернистым карбонатом 10–40%. Доминантными группами в бентосных сообществах являются известковые водоросли, криноидеи, фораминиферы, реже брахиоподы в разных соотношениях. Иногда встречается примерно равномерное сочетание этих групп. Органические остатки встречаются в виде целых скелетов и биокластов. Фораминиферовая фауна в основном обильна и таксономически разнообразна. Ей свойственна хорошая сохранность и высокая частота встречаемости (до 80–90 экз./см²).



Рис. 1. Разрез верхневизейских отложений скв. 1 Мелекесс: а – водорослево-фораминиферово-криноидный пакстоун со слоистой текстурой (МКФ 2), шл. 1221; б – доломит с реликтовой органогенной структурой (МКФ 6), шл. 1283; в – литокластово-пелоидный пакстоун (МКФ 5), шл. 1291; г – криноидно-водорослево-фораминиферовый пакстоун (МКФ 1), шл. 1300

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 2. Разрез верхневизейских отложений скв. 1 Бузулук: а – биокластовый вак-пакстоун с беспорядочной текстурой (МКФ 3), шл. 642; б – биокластово-фораминиферовый пакстоун с беспорядочной текстурой (МКФ 1), шл. 582; в. биокластовый пакстоун с микрослоистой текстурой (МКФ 2), шл. 738-2; г – вакстоун с остатками остракод, линзовидно-слоистый (МКФ 4), шл. 745



Условные обозначения

МКФ 2. Пакстоун со слоистой текстурой. Содержание органических остатков 50–90%. Основная масса (цемент) представлена преимущественно микрозернистым карбонатом 10–40%. Доминантными группами являются альгофлора, фораминиферы, криноидеи, брахиоподы. Однако представлены они в виде разноразмерных биокластов. Органические остатки ориентированы по напластованию, что обусловливает слоистую текстуру породы. Фораминиферовая фауна приурочена к фораминиферово-водорослевым и криноидно- водорослевым биокластовым пакстоунам. Частота встречаемости изменяется от нескольких экземпляров до 30–40 экз./см². Особенность фораминифер МКФ 2 – присутствие крупных толстостенных форм (*Globoendothyra*, *Endothyranopsis*, Paleotextulariidae), по-видимому, наиболее устойчивых к механическому разрушению. Еще одна отличительная черта – плохая сохранность вследствие сильной микритизации.

МКФ3. Вакстоун и вак-пакстоун с беспорядочной текстурой. Содержание органических остатков 10–40%. Основная масса (цемент) представлена преимущественно микрозернистым карбонатом 40–90%. Часто присутствуют пелоиды. Органические остатки представлены фрагментами криноидей, брахиопод, остракод, редких мшанок, известковых водорослей. Фораминиферы немногочисленны. Частота встречаемости от нескольких до 20–25 экз./см². Таксономическое разнообразие невелико. Комплекс включает мелкоразмерные формы родов *Earlandia*, *Endothyra*, *Globoendothyra*.

МКФ 4. Вак-пакстоун со слоистой текстурой. Содержание органических остатков 10– 40%. Основная масса (цемент) представлена преимущественно микрозернистым карбонатом 50–90%. Включает близкий по составу с МКФ 3 комплекс органических остатков, состоящий из мелких биокластов брахиопод, криноидей, остракод, мшанок, известковых водорослей. Слоистость текстуры обусловлена ориентированным расположением органических остатков. Фораминиферы единичные, плохой сохранности.

МКФ 5. Пакстоун литокластово-пелоидный. Литокласты представлены микритовыми известняками размером до 3 мм, сцементированные микрозернистым карбонатом (25–30%) и тонкокристаллическим кальцитом (до 10%).

МКФ 6. Мадстоун. Основная масса представлена микрозернистым карбонатом 90–95%. Встречаются редкие остатки остракод и неопределимые биокласты (3–5%).

МКФ 7. Доломит, часто с реликтами органогенной структуры. Доломит от тонко- до мелко- среднезернистого. Встречаются перекристаллизованные остатки фораминифер, криноидей, остракод и неопределимые остатки.

Верхневизейские отложения Восточно-Европейской платформы представлены трансгрессивно-регрессивной серией (Нижний карбон..., 1993). Накопление осадков в начале тульского времени в Мелекесской и Бузулукской впадинах происходило в прибрежно-морских обстановках, близких к источнику сноса, что обусловило накопление глин, песчаников и алевролитов с редкими прослоями карбонатных пород (Нефтегазоносные..., 1970). Во второй половине тульского времени распространяются обстановки мелководного шельфа с нормальной соленостью и широким развитием разнообразной морской биоты. В скв. 1 Мелекесская в верхней части тульского горизонта отмечаются фораминиферово-водорослево-криноидные, криноидно-брахиоподово-фораминиферовые, водорослево-фораминиферовые пакстоуны с остатками кораллов и мшанок (МКФ 1, 2). В районе скв. 1 Бузулук, повидимому, осадки накапливались в более тиховодных обстановках, о чем свидетельствует присутствие в разрезе вакстоунов и вак-пакстоунов с остатками фораминифер, криноидей, брахиопод, остракод и др. (МКФ 3, 4). В алексинское и в начале михайловского времени в обоих разрезах фиксируется широкое распространение фораминиферово-водорослевых, брахиоподово-криноидно-водорослевых, фораминиферово-криноидных пакстоунов (МКФ 1,2), свидетельствующих об обстановках открытого мелководного шельфа с нормальной соленостью и свободным сообщением между отдельными участками бассейна. Веневская регрессивная стадия в разрезе скв. 1 Мелекесс выражена в преимущественном развитии доломитовых толщ, чередующихся с биокластовыми пакстоунами (фораминиферово-водорослевыми, водорослевыми, брахиоподово-криноидно-фораминиферовыми). В разрезе скв. 1 Бузулук она проявлена в развитии биокластовых пакстоунов и доломитов в нижней части веневского горизонта и мощной доломитово-ангидритовой толщи, формировавшейся, вероятно, в обстановке прибрежной лагуны.

Работа выполнена в рамках темы № 8-2, № ЦИТИС: АААА-А16-116033010097-5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зайцева Е.Л. Особенности распределения фораминифер в верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложениях осевой зоны Усть-Черемшанского палеопрогиба (Мелекесская впадина) // Научная конференция Ломоносовские чтения. МГУ, 2014. Секция геологии. http://geo.web.ru/conf/

Каменноугольные отложения Волго-Уральской нефтеносной области // Мат-лы к изучению каменноугольных отложений Волго-Уральской нефтеносной области / под ред. С.В. Семихатовой М.: Гостоптехиздат, 1959. 208 с.

Нефтегазоносные и перспективные комплексы центральных и восточных областей Русской платформы. Т. III. Каменноугольные отложения Волго-Уральской нефтегазоносной области / под ред. С.В. Семихатовой. Л.: Недра, 1970. 264 с.

Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антеклизы / Махлина М.Х., Вдовенко М.В., Алексеев А.С. и др. М.: Наука, 1993. 221 с.

Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами (Ленинград, 1988 г.). Каменноугольная система. Л.: ВСЕГЕИ, 1990. 40 с.

Сахненко К.В., Зайцева Е.Л. Фораминиферы алексинского горизонта (нижний карбон) опорных скважин 1 Мелекесская и 1 Бузулукская // ПАЛЕОСТРАТ-2017. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. Москва, 2017 г. Тезисы докладов. Алексеев А.С. (ред.). М.: ПИН РАН, 2017а. С. 56–57.

Сахненко К.В., Зайцева Е.Л. Зональное расчленение по фораминиферам верхневизейских отложений опорных скважин 1 Бузулукская и 1 Мелекесская (Волго-Уральская область) // Сборник тезисов для Международной стратиграфической конференции Головкинского – 2017 и Четвертой Всероссийской конференции «Верхний палеозой России» / под. ред. Д.К. Нургалиева, В.В. Силантьева. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2017б. С. 169–170.

Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture // Classification of Carbonate Rocks. Ed. Ham W.E. Am. Ass. Petrol. Geol. Mem. 1. 1962. P. 108–121.

Zaytseva E. Upper Devonian and Lower Carboniferous foraminiferal facies assotiations from the Melekesskian Depression // STRATI 2013–First International Congress on Stratigraphy. At the cutting edge of stratigraphy. Springer Geology. Editors Rogerio Rocha, Joao Pais, Jose Carlos Kullberg, Stanley Finney. 2014. P. 1159–1162.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Е.Д. Иванова

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, ivanova@tig.dvo.ru

CAPABILITIES OF BENTIC FORAMINIFERA ANALYSIS FOR ESTIMATION OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC CHANGES OF ENVIRONMENT

YE.D. IVANOVA

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

The use of benthic foraminifera to monitor the marine environment is due to their bottom-line lifestyle, wide distribution, abundance, small size, short life cycle, and high sensitivity to the slightest changes of the environment. Morphofunctional features of Foramiminifera shells, as well as quantitative indicators and structure of communities, have proved to be reliable proxies of the marine ecosystems state in time and space. *Key words*: benthic Foraminifera, environmental factors, monitoring.

Использование бентосных фораминифер (БФ) для мониторинга состояния донных экосистем началось в 70-х годах XX столетия и на сегодняшний день является одним из приоритетных направлений экологической микропалеонтологии (Янко и др., 2014). Их обилие в морских осадках, маленькие размеры (0,1–1 мм), большое видовое разнообразие, короткий жизненный цикл (от 6 месяцев до года), чувствительность к малейшим изменениям среды, а также прекрасная сохранность твердой раковины в ископаемом состоянии, обусловили важную индикаторную роль фораминифер в морских экосистемах, особенно в быстро изменяющихся условиях мелководных прибрежных зон. В последние десятилетия эти организмы начали использовать в качестве индикаторов быстропроисходящих событий, имеющих экстремальный, иногда катастрофический характер. К таким событиям можно отнести штормы, цунами, паводки, вулканическую деятельность, особенности гидродинамики акватории и т.д. Во многих случаях такие события не могут быть определены по литостратиграфическому и гранулометрическому анализам, здесь огромное значение имеют живые организмы. Так, следы штормовых событий в фораминиферовых комплексах фиксируются по идентификации глубоководных видов, транспортированных в отложения приливной зоны (Murray, 2006).

Микрофаунистические исследования образцов донных осадков из бухт и заливов Южного и Среднего Приморья позволили выявить определенные закономерности расселения бентосных фораминифер. Использование этих организмов для мониторинга морской среды включает определение следующих характеристик: (1) видовое разнообразие, выраженное коэффициентами разнообразия, например индекс Шеннона-Уивера (Shannon-Weaver index H'); (2) суммарная численность раковин БФ в комплексе (фораминиферовое число); (3) частота встречаемости (процентное содержание каждого вида в пробе), отражающая структуру комплекса; (4) морфология, размеры раковины; (5) химический (элементный) состав раковины (Янко и др., 2014). Часто одинаковые по систематическому составу, но разные по структуре, комплексы отражают различные донные условия. Массовое появление в комплексах таких космополитных агглютинирующих видов как Trochammina inflata (Montagu, 1808), Miliammina fusca (Brady, 1870) и Jadammina macrescens (Brady, 1870) характеризует условия периодически осушающейся отмели. Секреционные виды встречаются повсеместно (наиболее представительны роды *Elphidium, Buccella, Ammonia*), и здесь очень важно выделить виды индикаторы определенных параметров среды. Фораминиферы могут подразделяться на тепло- и холодолюбивые (температурный фактор); эври- и стеногалинные (соленость); аэробные и анаэробные (насыщенность вод кислородом); эпибионтными и эндобионтными (отношение к субстрату) и т.д. Выявление ареалов распространения отдельных видов могут дать оценку такому фактору среды как гидродинамика исследуемых районов. Характер гидродинамики вносит свой вклад в распределение грунтов, температуры, солености, содержания кислорода и других физических показателей, а также определяет распределение и содержание питательных веществ, необходимых для существования организмов. От нее же зависит и степень мобильности субстрата, которая непосредственно воздействует на распределение бентоса (Жариков, Преображенский, 2010). Это хорошо проявляется в бухте Козьмина (залив Находка) (рис.1).

Бухта представляет собой полузакрытую акваторию с небольшой лагуной, довольно четко отчлененной пересыпью с протокой. В вершину лагуны впадает небольшой ручей. Фораминиферовый анализ был проведен для поверхностных осадков из лагуны, пересыпи между лагуной и бухтой и самой бухты (Иванова, 2009). Лагунные осадки (глубина 5м) представлены однородным алевропелитовым илом с обломками ракуши. Комплекс фораминифер представлен 21 видом, ядро которого составляют Cribroelphidium asterineum Troitskaja, 1973, Cribroelphidium goesi cognatum Polovova, 1979, Cribroelphidium etigoense (Husezima et Maruhasi, 1944). Субдоминантами являются Buccella hannai arctica Voloschinova, 1960, Buliminella elegantissima (d'Orbigny, 1839), Cribrononion incertus (Williamson, 1858), Ammonia neobeccarii Stschedrina et Mayer, 1975, а также агглютинированные виды Trochammina inflata (Montagu, 1808) и Eggerella advena Cushman, 1922. Такой комплекс характеризует эстуарно-лагунные обстановки накопления со спокойной активностью гидродинамической среды. Осадки пересыпи (глубина 5м) представлены крупно- и мелкозернистым песком с галькой. Комплекс БФ представлен богатым видовым составом (29 видов), но очень малым фораминиферовым числом. Доминантными формами являются мелководные Cribroelphidium asterineum, Cribroelphidium subarcticum (Cushman, 1944), Canalifera fax (Nikol, 1944), встречены также Cribroelphidium etigoense, *Elphidium excavatum* (Terquem, 1875), *Elphidium advenium depressulum* Cushman, 1933, *Ammonia neobeccarii*. Комплекс характерен для условий хорошо прогреваемого мелководья с активной гидродинамикой, о чем свидетельствует присутствие Canalifera fax. Низкое количественное содержание фораминифер связано с постоянным перемывом осадка в этом месте. Осадки полузакрытой бухты представлены алевропелитовым илом с целыми раковинами моллюсков и их обломками. Здесь выделены два комплекса фораминифер: более глубоководный (центральная часть бухты, глубина 20 м) и мелководный (у пересыпи, глубина 13 м). Комплексы сходны по структуре, но различны по видовому составу. В глубоководном комплексе доминируют Buliminella elegantissima, Buccella frigida (Cushman, 1922), Cribroelphidium asterineum, Retroelphidium subgranulosum (Asano, 1938), Buccella hannai arctica, Cribroelphidium subarcticum, виды, характерные для мелководной части открытого залива.

Субдоминантами являются Ammonia neobeccarii, Eggerella advena, Trochammina voluta Saidova, 1975, отражающие условия закрытой бухты. В целом комплекс характеризует тепловодные условия с хорошей аэрацией водной толщи в результате активного проникновения в бухту вод открытого моря. На это указывает присутствие Buliminella elegantissima и Retroelphidium subgranulosum. Мелководный комплекс сходен с глубоководным по доминирующим видам, но акцессорная группа отличается присутствием Glabratella opercularis (d'Orbigny, 1839), Discorbis subaraucana Cushman, 1922 и Canalifera fax, характерных для условий распреснения и гидродинамической активности.

Серьезные изменения в окружающей среде вызывает человеческая деятельность, что часто неблагоприятно отражается на ее обитателях. Тяжелые металлы и высокое содержание органики в осадках могут быть причиной уродства и атрофии БФ, так же как уменьшения их разнообразия и плотности. Особенности структуры бентосных сообществ в осадках проблемных акваторий может стать полезным инструментом при оценке воздействия вредных веществ на среду в исследуемых районах (Yanko et al., 1999). При изучении микрофауны в заливе Владимира, особое внимание было уделено деформированным раковинам БФ из осадков прибрежной зоны поселка Ракушка. Грунт составляют мелкозернистые заиленные пески, алеврит. Здесь отмечается очень большое разнообразие донных организмов, включая многочисленные друзы мидий, кукумария и др. Изученные комплексы БФ отличаются высоким обилием (до 1111 экз./г) и богатым видовым составом (30 видов). Такое многообразие микрофауны обусловлено поступлением с речным стоком р. Тумановки биогенных веществ, служащих источником питания для гидробионтов (бактерио-, фито- и зоопланктона) (Хажеева, Плюснин, 2012). Именно в этих осадках обнаружены уродливые формы фораминифер с морфологически измененной раковиной (рис. 2).



Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора образцов грунта

Морфология раковин БФ отражает условия их обитания и способа питания. Многие исследования свидетельствуют, что тяжелые металлы могут проникать в цитоплазму фораминифер вместе с пищей (например, водоросли, бактерии), а затем влиять на цитоскелет фораминиферы, который определяет форму организма, давая возможность для деформации раковины (Lesen, 2005). Морфологические нарушения включают: двойникование раковин, отсутствие скульптуры, изгибание ряда камер (нарушение навивания), недостаточное развитие последней камеры, отклонения от нормального типа камер и размера. Присутствие уродливых форм в бентосных сообществах также может быть обусловлено выносом промышленно-бытовых сточных вод и отходов сельскохозяйственного производства. Именно такой антропогенный прессинг наблюдается в бухте Северная (зал. Владимира), как следствие базирования в этом районе базы подводных лодок, которое продолжалось с 1949 г. по 1999 г. В настоящее время на берегах залива расположена воинская часть 90720-2, базирование действующих судов и техники прекращено, однако имеются затопленные корабли, старые гидротехнические сооружения и т.п. Таким образом, уже на протяжении многих лет с переменной интенсивностью на залив оказывается воздействие военного морского флота, являющееся мощным фактором нарушения естественных условий среды. Кроме того, большое влияние на эту акваторию имеет хозяйственно-бытовая нагрузка, связанная с расположением на побережье и в бассейне залива населенных пунктов Тимофеевка, Ракушка, Веселый Яр. В заливе осуществляется добыча и выращивание биоресурсов. В летний период побережье популярно для отдыха. Местными жителями и отдыхающими активно используется маломерный морской транспорт (Галышева и др., 2014).

Изучение бентосных фораминифер в прибрежной зоне показывает, что формирование их сообществ происходит в прямой зависимости от таких природно-экологических факторов как глубина, гидродинамика, характер грунта, соленость, температура, газовый режим, интенсивность поступления органического вещества на дно, скорость осадконакопления.

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

Точка отбора 0129	%	
Cribroelphidium subarcticum (Cushman)	23,2	
Cribroelphidium asterineum Troitskaja	18	1277 118 118 118 118 118 118 118 118 118 1
Discorbis subaraucana Cushman	14,4	
Cribroelphidium etigoense (Husezima et Maruhasi)	9,5	
Retroelphidium subclavatum (Gudina)	8,3	States and the second s
Retroelphidium subgranulosum (Asano)	5,8	
Cribroelphidium kusiroense (Asano)	4,3	
Elphidiella flos Troitskaja	2,4	
Nonionella pulchella Hada	2,2	BROWN NUMBER OF STREET
Discobis bradyi (Cushman)	1,8	
Trochammina inflata (Montagu)	1,8	
Buccella frigida (Cushman)	1,5	
Buliminella elegantissima (d'Orbigny)	1,5	And a second
Eggerella advena Cushman	1,4	P. T. Hun Charles
Canalifera fax (Nicol)	0,8	Mary Martine
Buccella granulata (Lautenschleger)	0,7	and the second
Quinqueloculina seminulum (Linneus)	0,7	A Fig 1
Cribrononion incertus (Williamson)	0,3	1 . /
Cribroelphidium goesi cognatum Polovova, subsp. nov.	0,2	A AMERICA
Elphidium excavatum (Terquem)	0,2	man prote dell'on excitation
Protelphidium anglicum Murray	0,2	
Quinqueloculina yezoensis Asano	0,2	
Buccella inusitata Andersen	0,1	
Fissurina sp.	0,1	
Pateoris hauerinoides (Rhumbler)	0,1	ASP/A LASS
Quinqueloculina akneriana d'Orbigny	0,1	
Quinqueloculina interposita Levtchuk, sp. nov.	0,1	
Miliammina kononovi K. Furssenko, sp. nov.	0	
Rosalina vilardeboana d'Orbigny	0	A. South
Spirillina sp.	0	
Экз./50г сух.осадка	1111	
Число видов	30	

Рис. 2. Видовой состав комплекса бентосных фораминифер в районе пос. Ракушка (зал. Владимира). На фото: деформированные формы раковин фораминифер

Следовательно, специфика жизнедеятельности этих организмов, их численность, видовой состав и структура комплексов отражают не только особенности воздействия природных факторов во время формирования осадка, но и степень антропогенного воздействия на гидрологический режим исследуемой акватории, что позволяет использовать их как надежные индикаторы состояния морских экосистем во времени и пространстве.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (уникальный идентификатор проекта - RFMEFI61316X0060).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Галышева Ю.А., Нестерова О.В., Сердюк У.И., Ахметов А.Д. Экологическая оценка донных отложений залива Владимира Японского моря // Эколого-эволюционные исследования морских организмов и экосистем: Материалы XIV международной научной конференции студентов и аспирантов «Проблемы арктического региона». Том І. Форум молодых ученых, посвященный 100-летию со дня рождения Ю.И. Полянского (XXXII ежегодная конференция молодых ученых ММБИ), (г. Мурманск, май 2014). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2014. С. 42–49.

Жариков В.В., Преображенский Б.В. Ландшафтный мониторинг бухты Алексеева залива Петра Великого // Подводные исследования и робототехника. 2010. Т. 2, № 10. С. 72–84.

Иванова Е.Д. Голоценовые комплексы бентосных фораминифер в шельфовой зоне северо-западной части Японского моря // Геология и геоэкология континентальных окраин. М.: ГЕОС, 2009. С. 104–112.

Хажеева З.И., Плюснин А.М. Современная водохозяйственная деятельность в бассейне р. Селенги и влияние её на экологическое состояние водотоков // География и природные ресурсы. 2012. № 4. С. 48–52.

Янко В.В., Кондарюк Т.О., Лиходедова О.Г., Мотненко И. Оценка влияния речного стока на морские донные экосистемы по бентосным фораминиферам и литологии донных осадков // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. Киев: ОМГОР, 2014. № 4. С. 91–117.

Lesen A. E. Relationship between benthic foraminifera and food resources in South San Francisco Bay, California, USA // Marine Ecology Progress Series. 2005. V. 297. P. 131–145.

Murray J.W. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. University of Southampton, 2006. 440 p. Yanko V., Arnold A., Parker W. The effect of marine pollution on benthic Foraminifera // Modern Foraminifera // Ed.: Sen Gupta B.K. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999. P. 217–238.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСОВ ФОРАМИНИФЕР БОБРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА ПРИКАСПИЙСКОГО И ШУ-САРЫСУЙСКОГО ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ (КАЗАХСТАН)

Е.Г. Кащеева

Актюбинский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт, АктюбНИГРИ, Актобе, Казахстан, lena.kashcheeva.67@mail.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF BOBRIKIAN HORIZON FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES OF PRE-CASPIAN AND CHU-SARYSU SEDIMENTARY BASINS (KAZAKHSTAN)

E.G. KASHCHEEVA

Aktyubinsk Scientific and Research Petroleum Exploration Institute LLP, Aktobe, Kazakhstan

Lithologic and paleontologic characteristics of Bobrikian horizon deposits are examined. Comparative analysis of foraminiferal assemblages composition and causes of their differences within the limits of north, east near edge zones of Peri-Caspian Basin and Chu-Sarysu Basin is provided.

Key words: foraminifera, Bobrikian, Viséan. Peri-Caspian, Chu-Sarysu.

В пределах северной прибортовой зоны отложения бобриковского горизонта развиты повсеместно, характеризуются карбонатно-терригенным комплексом и являются переходными от морских к континентальным. Терригенные породы имеют песчано-алевритово-глинистый состав, представленный ритмичным чередованием пачек серой, темно-серой, черной окраски. Породы бескарбонатны. Из органических остатков присутствуют в основном углефицированные растительные остатки и плохо сохранившиеся остатки миоспор. Терригенная седиментация с накоплением пород континентального аллювиального и дельтового генезиса формировалась при снижении уровня моря перед фронтом шельфового края. Среди терригенных пород присутствуют прослои (до 10 см) известняков серых, темно-серых, органогенно-обломочных, доломитово-органогенных, с включением обугленных растительных остатков и пирита (вакстоун-пакстоун разнозернистый с ооидами, пакстоун средне-крупнозернистый с пелоидами). Формирование карбонатов происходило в период относительного высокого уровня моря в опресненных водоемах морского побережья (лагуны, лиманы).

Комплекс фораминифер характеризуется следующим составом: Parathurammina brazhnikovae Vdov., P. suleimanovi (Lip.), Earlandia moderata Malakh., Magnitella porosa Malakh., Dainella elegantula f. evoluta Brazhn., D. elegantula Brazhn., D. callosa Vdov., D. cf. tuimasensis (Viss.), D. micula Post., Mikhailovella sp., Omphalotis sp., Pojarkovella cf. nibelis (Durk.), Eoparastaffella iljtchiensis f. pressa Post., E. simplex f. minima Vdov., Planoarchaediscus spirillinoides Raus., Forschia aff. mikhailovi Dain., F. cf. parvula Raus., Eogloboendothyra parva (N. Tchern), Donodiscus explanatus (Vdov.), Viseidiscus cf. monstratus (Grozd. et Leb.), Planodiscus eosspirillinoides Brazhn., Endothyranopsis paucus Post., Globoendothyra globulus (Eichw.).

На востоке Прикаспийской впадины в бобриковское время формировались сероцветные терригенные отложения, представленные глинисто-песчано-алевритовыми образованиями, а также породами грауваккового состава. Глинисто-песчаные отложения сложены пачками аргиллитов, алевролитов, песчаников с редкими маломощными прослоями известняков, обогащенных углефицированным растительным детритом и частицами угля. Характерна горизонтальная слоистость. Цемент в песчаниках карбонатный. Данные отложения формировались в мелководноморской прибрежной обстановке. Присутствие углистых образований предполагает перемыв пойменных и старичных отложений. Породы грауваккового состава сложены обломками эффузивных и кремнистых, карбонатных, гравийно-галечных пород. Характерна средняя сортировка зерен и их слабая окатанность. Цемент песчано-глинистый. Они формировались на континентальном склоне и являются конусами выноса.

Из известняков определены единичные фораминиферы: Endothyra ex gr. similis Raus., Cornuspira sp., обрывки водорослей Issinella grandis Tchuv., Kamaena sp. Из терригенных пород выделены остатки миоспор следующего состава: Leiotriletes inermis Isch., Convolutispora aff. major Turn., Cincturasporites appendis Bar., C. auritus Byvsch., Simozonotriletes serratus Bolch., Lycospora pusilla Ibr. et Somers., Densosporites variabilis Byvsch., D. irregularis Kedo, D. gibberosus Byvsch., D. aculeatus Plauf., Cingulizonztus bialatus Kedo. Комплекс миоспор является определяющим возраст отложений на востоке Прикаспийской впадины.

В пределах Шу-Сарысуйской впадины (южный Казахстан) аналоги бобриковского горизонта местной геологической службой рассматриваются без дробного расчленения как средний подъярус визейского яруса (по старой схеме карбона) или как нижняя половина визе при его двучленном делении.

Отложения характеризуются сероцветным терригенно-карбонатным составом. В составе терригенных пород присутствуют аргиллиты, алевролиты, песчаники мелкозернистые, кварцевые, среднесцементированные, карбонатные, характерно обильное включение углефицированных растительных остатков и пластов угля, последние имеют не повсеместное распространение. По литологической характеристике отложений можно судить, что палеогеографическая обстановка в это время была благоприятной для накопления и захоронения органического вещества. В пределах аллювиально-делювиальных равнин и в поймах рек формировались торфяники, преобразовавшиеся в пласты и линзы каменного угля.

Из описанных отложений изучен комплекс миоспор: *Densosporites crassipterus* Waltz., *D.* aff. *variabilis* Byvsch., *D. commutatus* Schwartsm. et Tet., *Convolutispora sp.* и пыльца *Schulzospora premigeria* Dub. et Jach.

Карбонатные прослои представлены известняками серыми, темно-серыми, заглинизированными, участками доломитистыми, органогенно-обломочными, содержащими богатый комплекс фораминифер зоны Uralodiscus rotundus с характерными таксонами: Archaediscus aff. karreri Brady, Archaediscus cf. elemicus (elimesensis) Marfenkova, Glomodiscus cf. rigens (Conil et Lys), Planoarchaediscus spirillinoides Raus., Uralodiscus aff. kazachstanicus Marfenkova, Uralodiscus cf. elongatus (Conil et Lys).

Анализ литологического состава бобриковских отложений из трех районов показывает, что осадконакопление сопровождалось сменой регрессивных и трансгрессивных циклов. Преобладает терригенный состав пород с включением обугленных растительных остатков. В Шу-Сарысуйской впадине присутствуют прослои каменного угля. На востоке Прикаспийской впадины для отложений бобриковского горизонта характерно присутствие пород грауваккового состава, что объясняется близостью прибрежной суши (Муголжары), откуда шел снос материала.

Органические остатки распределены неравномерно в каждом из районов. Но по комплексу миоспор, близким к комплексам Белоруссии, Карагандинского бассейна, Волго- Уральской провинции, рассмотренные отложения относятся к бобриковскому горизонту.

Фораминиферы из данных отложений на востоке Прикаспийской впадины содержат виды визейского возраста без детализации.

В комплексе фораминифер северной прибортовой зоны много видов, переходящих из нижележащих отложений, но по присутствию *Planoarchaediscus spirillinoides* Raus., *Eoparastaffella iljtchiensis* f. *pressa* Post., *Viseidiscus* cf. *monstratus* (Grozd. et Leb.), *Planodiscus eosspirillinoides* Brazhn., *Donodiscus explanatus* (Vdov.), *Globoendothyra globulus* (Eichw.), *Endothyranopsis paucus* Post., общих для комплексов бобриковского горизонта Русской платформы, Донбасса, Урала и др. регионов, даже при отсутствии зональной формы, отложения можно отнести к бобриковскому горизонту.

Фораминиферовый комплекс Шу-Сарысуйской впадины наряду с зональным видом бобриковского горизонта Uralodiscus rotundus, а также общих таксонов, перечисленных в комплексе северной бортовой зоны Прикаспийской впадины и других районов, содержит эндемичные виды, характерные для описываемой территории: Kasachstanodiscus aff. bestubensis (Marf.), Millerella kasakhstanica (Raus.), Uralodiscus aff. kasachstanicus Marf., Archaediscus cf. elemicus (elimesensis) Marf.

Наличие общих родов и видов в описанных нами районах указывает на кратковременные связи Шу-Сарысуйского морского бассейна с акваториями Прикаспийской впадины, Западной и Восточной Европы. Сильное распространение глинисто-углистых осадков препятствовало миграции фораминифер из Южно-Казахстанской или Восточно- Европейской платформы (Марфенкова, 1991). Приведенные данные имеют большое значение для межрегиональной корреляции одновозрастных отложений при изучении скважин в процессе нефтепоисковых работ.



Таблица 1. Фораминиферы и водоросли бобриковского горизонта нижнего карбона, х 100 кроме фиг. 13 (х 40). Фиг. 1. Dainella elegantula f. evoluta Brazhn. Фиг. 2. Eoparastaffella iljtchiensis f. pressa Post. Фиг. 3. Eoparastaffella simplex f. minima Vdov. Фиг. 4. Planoarchaediscus spirillinoides Raus. Фиг. 5. Globoendothyra globulus (Eichw.). Фиг. 6. Uralodiscus cf. elongatus (Conil. et Lys). Фиг. 7. Millerella kasakhstanica (Raus). Фиг. 8. Uralodiscus aff. kasachstanicus Marfenkova. Фиг. 9. Archaediscus aff. karreri Brady. Фиг. 10. Kasachstanodiscus aff. bestubensis (Marfenkova). Фиг. 11. Endothyra cf. similis Raus. et Reitl. Фиг. 12. Tetrataxis cf. dzhezkazganicus Vdov. Фиг. 13. Eogloboendothyra cf. parva (N. Tchernysheva). Фиг. 14. Archaediscus cf. elemicus (elimesensis) Marfenkova. Фиг. 15. Issinella grandis Tchuv. Фиг. 16. Kamaena sp.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас палеонтологических остатков микрофаций и обстановок осадконакопления фаменско- каменноугольных отложений Прикаспийской впадины (Казахстанская часть) / Л.З. Ахметшина, Н.Б. Гибшман и др. Алматы, 2007. 476 с.

Марфенкова М.М. Морской карбон Казахстана (стратиграфия, зональное расчленение, фораминиферы). Часть 2. Алма-Ата: Гылым, 1991. 176 с.

МОРФОЛОГИЯ РАКОВИНЫ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР И ЕЕ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМАТИКЕ

Л.Ф. Копаевич

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, lfkopaevich@mail.ru

SHELL MORPHOLOGY OF LATE CRETACEOUS PLANKTONIC FORAMINIFERA AND ITS VALUE IN MODERN TAXONOMY

L.F. KOPAEVICH

Lomonosov Moscow State University, Moscow

The Late Cretaceous demonstrates biological progress in the development of the planktonic foraminifers. This group increased the systematic diversity, the number of individuals in the populations, has reached a wide geographical distribution. Against this background, there was an alternation of polytaxonic and oligotaxonic intervals. For each of them, there are certain morphological features of shells structure, its own type of the life strategy and the type of the evolutionary process – gradualism or punctualism.

Key words: planktonic foraminifers, Late Cretaceous, shell morphology, systematics.

Систематика меловых планктонных фораминифер постоянно совершенствуется, и появляются новые данные по этой группе. Следует отметить значительный рост количества родовых таксонов за последние пятнадцать-двадцать лет. Их выделение основано в первую очередь на морфофункциональных изменениях раковины, которые интенсивно проявлялись в переломные моменты позднемеловой эпохи (терминальный сеноман, ранний и поздний кампан, поздний маастрихт). Эти рубежи определили ход эволюции группы, характер их жизненной стратегии, тип эволюции (градуализм или пунктуализм). Ведущее место в исследованиях, посвященных систематике планктонных фораминифер, прочно завоевал метод электронной микроскопии. Он позволяет изучать детали морфологии раковины при больших увеличениях – строение устья, размеры и орнаментацию пор, скульптурные особенности, характер периферического края и многие другие признаки.

Материалом для исследования морфологии раковин планктонных фораминифер послужили разрезы Юго-Западного, в меньшей степени Центрального и Восточного Крыма, Северного и Западного Кавказа, Закаспия (полуостров Мангышлак) и Русской платформы, а также литературные данные. Образцы отмывались обычным методом. Раковины фотографировались в лабораториях Палеонтологического института РАН, на кафедре петрологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова на СЭМ JEOL JSM-6480LV, а также в лаборатории Геологического института РАН на СЭМ Tescan 2300. Сохранность материала хорошая в разрезах Русской платформы, средняя и хорошая в отложениях Крыма и Северного Кавказа.

Появившиеся новые родовые таксоны требуют тщательного анализа таксономического значения морфологических признаков. Однако пока достаточно сложно представить себе объем каждого рода, что затрудняет применение их в биостратиграфии. По этой причине в стратиграфических построениях систематика на уровне родовых таксонов до недавнего времени была традиционной и основывалась, главным образом, на представлениях Н.И. Маслаковой (1978) и А. Леблика и Е. Тэппен (Loeblich, Tappan, 1987). Тем не менее, новые родовые категории постепенно находят свое место в биостратиграфии и помогают детализировать зональные и событийные шкалы. Можно сказать за ними будущее. Так как объем материала по планктонным позднемеловым фораминиферам очень велик, в предлагаемой публикации пока рассмотрены роды, принадлежащие спирально-коническим, килеватым морфологическим типам.

Измененения ПФ на критических рубежах

Позднеальбский-сеноманский интервал. К началу позднего альба у планктонных фораминифер со спирально-конической раковиной уже сформировались основные морфологические признаки. К ним относят строение стенки, характер периферического края, тип устья, строение умбиликальной области, скульптура, форма и число камер, характер септальных швов. Среди них наиболее прогрессивными, с коротким интервалом существования на позднеальбском–сеноманском интервале следует выделить роды *Thalmaninella* Sigal, 1948 и *Rotalipora* Brotzen, 1942. На протяжении альба и сеномана у этих таксонов в процессе филогенетического развития происходило изменение ряда признаков (Vishnevskaya, Kopaevich, 2009; Gorbachik, Kopaevich, 2011; Kopaevich, Vishnevskaya, 2016).

1. Преобразование камер субсферической формы в уплощенные, начавшееся в позднем апте и завершившееся в сеномане. 2. Расширение умбиликальной области и образование в ней пластин, прикрывающих дополнительные устья. 3. Преобразование дополнительных умбиликальных устьев в умбиликально-шовные. 4. Образование шовных дополнительных устьев, не связанных с умбиликусом у сеноманских таксонов. Эти морфологические особенности позволили выделить новые родовые таксоны – *Pseudothalmanninella* Wonders, 1977 (рис. 1, 2), *Parathalmanninella* Lipson-Benitah, 2008. 5. Для рода *Rotalipora* Brotzen, 1942 характерны дополнительные шовные устья, более обособленные от главного, отсутствие околоумбиликальных валиков, а также узкий умбиликус.



Рис. 1. *Pseudothalmanninella ticinensis* (Gandolfi, 1957)



Рис. 2. Thalmanninella brotzeni Sigal, 1948

Видны различия в строении раковины и устьевого аппарата: преобразование дополнительных устьев, занимающих умбиликальное положение у *P. ticinensis* в обособленные шовные устья у *T. brotzeni*

Граница сеноман-турон. Существование обстановок дефицита кислорода привело к значительным изменениям в структуре комплексов планктонных фораминифер и повлияло на морфологию их раковины. Существование группы *тальманнеллиd* s.l. было остановлено условиями дефицита кислорода, которые охватили значительные пространства водной толщи Мирового океана. Планктонные фораминиферы с более примитивной раковиной продолжили свое развитие, демонстрируя некоторые отличия в характеристике таксономического разнообразия, а также в уровнях появления и исчезновения некоторых таксонов. Но общая тенденция ясна. Это вымирание однокилевых морфологически высоко специализированных фораминифер из группы *тальманнеллиd*, замена их примитивными бескилевыми таксонами и последующее обновление комплексов за счет появления новой группы *маргинотрунканиd*.

Турон-сантонский интервал. Группе *маргинотрунканид* присущи новые морфологические особенности: разнообразная форма раковины и периферического края, новое строение устьевого аппарата. Расцвет группы начался с середины турона, для нее характерно постоянное присутствие двух, реже одного килей, которые могут иметь разное положение (дорзальное или умбиликальное) и отличаться шириной межкилевого пространства. У всех представителей группы главное устье умбиликально-внутрикраевое, дополнительные устья умбиликальные и прикрыты портиками, форма раковины разнообразная: от дорзально-выпуклой до уплощенной и умбиликально-выпуклой (рис. 3, фиг. 1, 2). Этот признак является одним из главных при выделении родов. Так, представители рода *Marginotruncana* Hofker, 1956 обладали дорзально-выпуклой или уплощенной раковиной с хорошо выраженными параллельными килями. У некоторых видов один из килей может быть выражен слабее и состоять из вытянутых в линию отдельных пустул, иногда киль может отсутствовать на по-



Рис. 3. Фиг. 1a, b. *Concavatotruncana concavata* (Brotzen, 1934). Фиг. 2а–с. *Marginotruncana coronata* (Bolli, 1945). Фиг. 3a. *Marginotruncana* sp. – умбиликус прикрыт портиками. Фиг. 4. Портики, прикрывающие устье при большом увеличении (x1500). Фиг. 5a. *Globotruncana* sp. – умбиликус прикрыт тегиллой. Фиг. 6а–с. *Globotruncanita stuarti* (de Lapparent), хорошо видна умбиликально-выпуклая раковина и устье, прикрытое портиками. Длина масштабной линейки 100 мкм. Экземпляры, изображенные на фиг. 1 и 2, происходят из разрезов Крыма на фиг. 3–6 — заимствованы из публикации Robaszynski et al., 1979

следних камерах, как у *M. coldreriensis* Gandolfi, 1957. Некоторые виды, например *M. sigali* (Reichel, 1950), *M. schneegansi* (Sigal, 1952), *M. undulata* (Lehmann, 1963), имели один киль, что дало основание выделить их в самостоятельный род *Sigalitruncana* Korchagin, 1982, используемый многими авторами. Представители рода *Dicarinella* Porthault, 1970 имели уплощенную раковину, четкие, но тонкие кили (Корчагин, 2004), a *Concavatotruncana* Korchagin, 1982 – умбиликально-выпуклую с двумя килями, приближенными к дорзальной стороне. Этот род был включен в систематику А. Леблика и Е.Тэппен (Loeblich, Tappan, 1987), однако многие авторы пока не употребляют его, используя только название *Dicarinella*. В коньякском веке появились первые *Contusotruncana* Korchagin, 1982, которые обладали двукилевой раковиной с сильно сближенными килями и выпуклой дорзальной стороной. Эволюция этого рода продолжалась вплоть до конца маастрихта и шла в сторону увеличения выпуклости раковины вплоть до приобретения ею конической формы (рис. 4).

Граница сантон-кампан и кампан-маастрихтский интервал. Следующим заметным рубежом в истории развития рассматриваемой группы является пограничный сантон – кампанский интервал, с которым связано проявившееся во многих акваториях Мирового океана похолодание (Petrizzo, 2002; Hay, 2008; Kopaevich, Vishnevskaya, 2016). Падение разнообразия глоботрунканид, связанное с относительно быстрым вымиранием большинства представителей родов *Marginotruncana*, *Dicarinella* и *Concavatotruncana*, быстро сменилось появлением и дивергенцией новых родовых таксонов. К их числу принадлежат *Globotruncana* Cushman, 1927; *Globotruncanita* Reiss, 1957 и *Contusotruncana* Korchagin, 1982.

Появившийся в сантоне род *Globotruncana* уже к середине кампана достиг высокого таксономического разнообразия. У раковин этого рода произошла миграция внеумбиликально-умбиликального главного устья к умбиликальному положению. При этом умбиликальное отверстие предохранено не портиками, а единой пластиной – тегиллой (рис. 3, фиг. 5а). Форма раковины у представителей этого рода разнообразна – от дорзально-выпуклой до уплощенной и умбиликально-выпуклой. Приуроченный к тому же интервалу род *Globotruncanita* обладал ярко выраженной умбиликально-выпуклой раковиной с одним килем, устьевое отверстие у этого рода прикрывалось портиками, как и у предковых форм. Замещение двойного киля одним происходило постепенно. Так у *G. stuartiformis* Dalbiez, 1955 первые камеры последнего оборота обладали еще двойным килем.

Для кампан-маастрихтских глоботрунканид характерно сочетание в различных вариантах всех признаков, характеризующих высокоспециализированные таксоны. Некоторые из них являлись новыми, как например замена портиков на тегиллу в устьевом аппарате у *Globotruncana*, сильная выпуклость дорзальной стороны у *Contusotruncana* (рис. 4), появление форм, обладающих шипами и выростами на концах камер у *Radotruncana* El-Naggar, 1971. Для позднего маастрихта характерно присутствие видов рода *Abathomphalus* Bolli, Loeblich et Tappan, 1957, обладавшего узким умбиликальным устьем с тегиллой, ребристой скульптурой и двумя широко расставленными килями (рис. 5). Морфология раковины этого рода сочетала в себе как признаки рода *Globotruncana*, так и рода *Rugoglobigerina* Bronnimann, 1952, принадлежащего к бескилевым таксонам. В конце мелового периода во многих, даже мелководных разрезах наблюдается всплеск количества раковин планктонных фораминифер. Это событие связывают с проникновением трансгрессии из океана Тетис далеко на север. Так некоторые тетические формы достигают бассейна Ульяновско-Саратовской синеклизы (Alekseev et al., 1999; Iakovishina et al., 2017).

Приведенные здесь сведения позволяют сделать важные выводы.

1. Этапы развития глоботрунканид тесно связаны с главными палеогеографическими событиями, которые были характерны для позднемеловой эпохи. К их числу следует отнести: трансгрессивно-регрессивные флуктуации, обстановки дефицита кислорода (конец альба, сеноман-туронская граница) и климатические минимумы (границы сантона и кампана, кампана и маастрихта).

2. Развитие разных филогенетических групп шло разными темпами. Быстрее других развивались *тальманнеллиды* в альбе и сеномане, *маргинотрунканиды* в туроне и коньяке и глоботрунканиды в маастрихте.

3. Все быстро эволюционирующие виды принадлежали к высокоспециализированным таксонам (*К-стратегисты*).

4. Наряду с этим постоянно присутствовали консервативные, медленно эволюционирующие формы. Они имели относительно простую морфологию и широкое географическое распространение. Эти таксоны можно назвать долгожителями, так как некоторые существовали на протяжении пяти и более веков (*Hedbergella* Bronnimann et Brown s.l., 1958). Именно они сохраняли потенциал развития группы в стрессовых обстановках.



Рис. 4. Фиг. 1 а-с. *Contusotruncana contusa* (Cushman, 1927). Очень выпуклая в форме конуса раковина, устье прикрыто портиками. Длина масштабной линейки 100 мкм

Рис. 5. *Abathomphalus mayaroensis* (Bolli). Крупная, сильно скульптированная раковина, у периферии ребристая, узкое устьевое отверстие с тегиллой. Длина масштабной линейки 100 мкм

5. Темпы эволюции на протяжении позднего мела также были разными. На протяжении сеномана, турона и конька можно говорить о пунктуалистическом типе развития, в то время как кампанские и маастрихтские формы развивались в режиме градуализма.

Работы выполнены при частичной поддержке грантов РФФИ 18-05-00495, 18-05-00503, 16-05-00363, а также IGCP Project-609.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Корчагин О.А. Классификация мезозойских планктонных фораминифер (надсемейства Planomalinacea, Rotaliporacea и Globotruncanacea) // Тр. ГИН РАН. Вып. 547. М.: ГЕОС, 2003. 88 с.

Маслакова Н.И. Глоботрунканиды юга Европейской части СССР. М.: Наука, 1978. 168 с.

Alekseev A.S., Kopaevich L.F., Ovechkina M.N., Olferiev A.G. Maastrichtian and Lower Palaeocene of Northern Saratov region (Russian Platform, Volga River): Foraminifera and calcareous nannoplankton // Bulletin de l'Institut Royal de Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. 1999. V. 69. Suppl. A. P. 15–46.

Gorbachik T., Kopaevich L. Development of planktonic Foraminifera across Cretaceous stage boundaries // Proceedings of the 6th Conference "Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology". Ed. Alekseev A.S. September 19–22, 2011, Moscow, Borissiak 3aleontological Institute, Russian Academy of Siences. Moscow: PIN RAS, 2011. P. 106–110.

Hay W.W. Evolving ideas about the Cretaceous climate and ocean circulation // Cretaceous Research. 2008. V. 29. P. 725–753.

Iakovishina E., Mashkina Y.A., Blinova I.A., Bordunov S.I. Maastrichtian paleotemperature changes in the Southern Russia //10th International Symposium on the Cretaceous, 21–26 August 2017, Vienna. Abstracts / Ed. Samesberger. Berichte der Geologischen Bundensanstalt. 2017. V. 120. P. 122.

Kopaevich L., Vishnevskaya V. Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea–Caucasus area: palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoceol. 2016. Vol. 441, N 3. P. 493–515.

Loeblich A.R., Jr., Tappan H. Foraminiferal genera and their classification. 1987. Vol.1. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 970 p.

Petrizzo M.R. Palaeoceanographic and palaeoclimatic inferences from Late Cretaceous planktonic foraminiferal assemblages from the Exmouth Plateau (ODP Sites 762 and 763, eastern Indian Ocean) // Mar. Micropaleontol. 2002. V. 45. P. 117–150.

Robaszynski, F., Caron, M. and the European Working Group on Planktonic Foraminifera. Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Mer Boréale et Téthys) // Cahiers de Micropaléontologie. 1979. V. 2. P. 1–181.

Vishnevskaya V.S., Kopaevich L.F. Development of the Cretaceous radiolarians and planktonic foraminifers across the crises boundaries // Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. 2008. V. 78. P. 87–115.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СИСТЕМАТИКЕ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ ФОРАМИНИФЕР СЕМЕЙСТВА POLYMORPHINIDAE ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ОТРЯД POLYMORPHINIDA WEDEKIND, 1937, ПОДКЛАСС LAGENATA MASLAKOVA, 1990)

Т.Г. Ксенева

Томский государственный университет, Томск, kseneva@ggf.tsu.ru

NEW DATA ON LATE CRETACEOUS FORAMINIFERA FROM FAMILY POLYMORPHINIDAE OF WESTERN SIBERIA (ORDER POLYMORPHINIDA WEDEKIND, 1937, SUBCLASSIS LAGENATA MASLAKOVA, 1990)

T.G. KSENEVA

Tomsk State University, Tomsk

Foraminifers (Polymorphinidae) have been studied, which have been least studied so far, but are often found in the Campanian-Maastrichtian assemblages of Western Siberia. Foraminifers of this family are distinguished by great variability of morphological features. The host rocks are represented by gray hard calcareous siltstones and clays of the Gankinian Horizon. New material from the boreholes (east of Western Siberia) allowed to identify new species and subspecies in the family Polymorphinidae. The author was based on the previously proposed criteria by A.V. Fursenko and V.M. Podobina when describing them.

Key words: foraminifera, Polymorphinidae, Western Siberia, Campanian-Maastrichtian.

Фораминиферы-полиморфиниды исследованы монографически как наименее изученные, но часто встречающиеся в кампан-маастрихтских комплексах Западной Сибири. Это семейство охватывает группу фораминифер, отличающихся большой изменчивостью морфологических признаков. Вмещающие породы представлены серыми плотными известковыми алевролитами и глинами ганькинского горизонта.

Полученный материал из скважин, пробуренных на востоке Западной Сибири, позволил выделить новые таксоны (виды, подвиды) в семействе полиморфинид. При описании этих таксонов автор основывалась на пяти критериях (морфологический, онто-филогенетический, геохронологический, палеогеографический, палеобиогеографический), предложенных А.В. Фурсенко (1978) и В.М. Подобиной (1998).

Для установления видовых и подвидовых категорий из указанных пяти критериев в основном использовались морфологический, геохронологический и палеогеографический. При сравнении известных видов, описанных В.И. Кузиной (1976), автором выявлены явные различия в их морфологии и разногласия при определении их возраста. Поэтому, учитывая вышеуказанные первые два критерия, можно было среди полиморфинид выделить новые таксоны. При описании видов и подвидов установлены их иное морфологическое строение, стратиграфическое положение, палеогеографическое и палеобиогеографическое распространение, которые отличаются от установленных ранее.

Пористость и состав стенки раковин выделенных видов и подвидов рассматривались под электронным микроскопом в НИИ биологии и биофизики при Томском государственном университете.

Пористость у изученных полиморфинид может быть подразделена на два типа. К первому типу, наиболее распространенному, отнесена пористая поверхность раковины, пронизанная мельчайшими точечными отверстиями, величина которых может быть 0,3–0,5 мкм. Форма отверстий приближается к округлой, она довольно постоянна, поры расположены неравномерно или цепочкообразно. Поры простые, т.е. они неокаймленные и характерны для многих видов, относящихся к родам: *Glandulina, Eoguttulina, Pyrulina, Sigmomorphina, Guttulina, Globulina, Ramulina*. Таксоны с порами второго типа пока не обнаружены.

Существенную роль в систематике полиморфинид играет фактор ареала и географической изоляции. Отсюда, естественно, вытекает необходимость учитывать палеогеографический критерий. Не менее важное значение имело палеобиогеографическое распространение полиморфинид. В данной статье автором дается обобщение морфологии и систематики



Таблица. Виды семейства Polymorphinidae из верхнемеловых отложений Западной Сибири. Фиг. 1. Guttulina ipatovcevi sibirica Kseneva. Голотип № 2042. Томская область, Сенькинский отряд, скв. 28, гл. 234,5 м; ганькинский горизонт, маастрихт, x40. Фиг. 2. Sigmomorphina elongata Kseneva. Голотип № 2014. Томская область, Сенькинский отряд, скв. 28, гл. 277,5 м; ганькинский горизонт, маастрихт, х40. Фиг. 3. Pseudopolymorphina fusiformis Kseneva. Голотип № 2026. Томская область, Васюганский отряд, скв. 4-м, гл. 232,0 м; ганькинский горизонт, маастрихт, x40. Фиг. 4. Guttulina lidiae sibirica Kseneva. Голотип № 2066. Томская область, бассейн р. Парбиг (Парбигская партия), скв. 83, гл. 233,0 м; ганькинский горизонт, верхний кампан, зона Cibicidoides primus, x40. Фиг. 5a, с. Globulina rotundata distincta Kseneva. Голотип № 2070. Томская область, Парбигская партия, скв. 83, гл. 210,0 м; ганькинский горизонт, маастрихт, х40. Фиг. 6. Globulina paalzevi ovata Kseneva. Голотип № 2088. Томская область, Парбигская партия, скв. 60, гл. 290,0 м; ганькинский горизонт, маастрихт, х40. Фиг. 7. Guttulina grandiscula Kseneva. Голотип № 2090. Томская область, бассейн р. Васюган (Васюганский отряд), скв. 4-м, гл. 232,0 м; ганькинский горизонт, верхний маастрихт, зона Spiroplectammina kasanzevi, Bulimina rosenkrantzi, x40. Фиг. 8. Pyrulina cylindroides sibirica Kseneva. Голотип № 2058. Томская область, бассейн р. Парбиг (Парбигская партия), скв. 83, гл. 204,0 м; ганькинский горизонт, маастрихт, х40. Фиг. 9. Glandulina acutata Kseneva. Голотип № 2018. Томская область, бассейн р. Парабель (Сенькинский отряд), скв. 28, гл. 237,0 м; ганькинский горизонт, нижний маастрихт, зона Spiroplectammina variabilis, Gaudryina rugosa spinulosa, x40. Фиг. 10. Globulina lacrima (Reuss) aculeanta Kseneva. Голотип № 2054. Новосибирская область, Межовская партия, скв. 41, гл. 325,0 м; ганькинский горизонт, х40

ранее детально изученных 8 новых видов и 13 подвидов полиморфинид (Ксенева, 1999) и последние данные – описание одного вида и четырех подвидов.

Для уточнения систематики полиморфинид использовались известные справочники: Д. Кушмана (Cushman, 1926); Д. Кушмана и И. Озавы (Cushman, Ozawa, 1930); Основы палеонтологии. Простейшие (1959); В. Кузиной (1976); А. Леблика и Е. Таппэн (Loeblich, Tappan, 1964, 1987), Н.И. Маслаковой (1990), В.М. Подобиной (2015).

В процессе изучения новых видов и подвидов вышеуказанного семейства появились расхождения с данными В.И. Кузиной (1976) не только в возрастном отношении, но и по географическому распространению и местонахождению полиморфинид. По данным В.И. Кузиной, вид *Guttulina ipatovcevi* Vassilenko распространен только в палеоцене Днепровско-Донецкой впадины Восточной Украины (Ромненский район). Сибирский (географический) подвид *Guttulina ipatovcevi sibirica* Kseneva распространен в отложениях кампан-маастрихта Западной Сибири.

Все приводимые ниже на таблице экземпляры видов хранятся в микропалеонтологическом отделе Палеонтологического музея Томского государственного университета. Зарисовка раковин производилась с натуры художницей О.М. Лозовой (табл.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кузина В.И. Фораминиферы семейства Polymorphinidae СССР. Л.: Недра, 1976. 191 с.

Основы палеонтологии. Простейшие / Под ред. Д.М. Раузер-Черноусовой и А.В. Фурсенко. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 115–338.

Подобина В.М. Система фораминифер (высшие таксоны). Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. 172 с.

Фурсенко А.В. Введение в изучение фораминифер // Труды ИГиГ СО РАН. Вып. 391. Новосибирск: Наука, 1978. 242 с.

Cushman J.A. The Foraminifera of the Velaseo Shale of the Tampico embayment // Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 1926. V. 10. P. 581–612..

Cushman J.A., Ozawa Y. A monograph of the foraminiferal family Polymorphinidae resent and fossil // Proc. U.S. Nat. Mus. 1930. V. 77. P. 1–195.

Loeblich A., Tappan H. Treatise on Invertebrate Paleontology // Pt. C. Protista 2. Sarcodina, chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida". 1964. Vol. 2. P. 511–900.

Loeblich A., Tappan H. Foraminiferal Genera and their Classification. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987. 970 p.

ФОРАМИНИФЕРЫ И ФАЦИИ БАШКИРСКОГО ЯРУСА (СРЕДНИЙ КАРБОН) ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРЕДУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА

Е.И. Кулагина, Е.Н. Горожанина

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, kulagina@ufaras.ru, gorozhanin@ufaras.ru

FORAMINIFERS AND FACIES OF THE BASHKIRIAN (LOWER PENNSYLVANIAN) OF THE SOUTHERN PART OF THE PRE-URALIAN FOREDEEP

E.I. KULAGINA, E.N. GOROZHANINA

Institute of Geology, Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Ufa

The results of study of the taxonomic composition of foraminifers in the Bashkirian deposits of the southern part of the Pre-Uralian Foredeep are presented. The material was obtained from deep boreholes of the Akobinskaya area (east of the Orenburg region). The characteristics of the assemblages of the Plectostaffella bogdanovkensis, Semistaffella variabilis, Pseudostaffella antiqua, Pseudostaffella praegorskyi – Staffellaeformes staffellaeformis zones are given. Foraminifers are confined to oolitic and bioclastic grainstones of the shallow shelf with high hydrodynamic activity. *Key words*: Lower Pennsylvanian, biostratigraphy, foraminifers, lithology, facies.

Материалом для исследований послужили образцы глубоких скважин Акобинской площади, расположенной на территории Оренбургской области к юго-востоку от Оренбурга в южной, наиболее погруженной части Предуральского прогиба. Предшествующими исследованиями по данным поисково-разведочных нефтяных скважин в западной части Оренбургской области установлены запалтюбинский, краснополянский, прикамский, черемшанский и мелекесский горизонты башкирского яруса (Геологическое строение..., 1997), в то же время отмечено, что полнота разреза изменяется на разных участках, частично или полностью отсутствуют отложения прикамского, черемшанского и мелекесского горизонтов. В 2007-2009 годы с целью поиска глубокозалегающих месторождений углеводородов на Акобинской площади организацией ООО «Газпром добыча Оренбург» пробурены скважины 171–174 (рис. 1) и предоставлен керн для биостратиграфических исследований. Отложения башкирского яруса согласно залегают на известняках серпуховского яруса нижнего карбона и с перерывом перекрываются депрессионными осадками верхов верхнего карбона-приуральского отдела перми (Горожанина и др., 2009а). Между карбонатной толщей башкирского яруса и депрессионными отложениями выделяется интервал без отбора керна мощностью от 10 до 20 м, который может включать отложения верхней части башкирского яруса сокращенной мощности по аналогии с соседней Кзылобинской площадью, где интервал мощностью 7 м содержащий верхнебашкирский – нижнемосковский (верейский) комплекс конодонтов перекрывается депрессионными осадками (Горожанина и др., 2009б). В башкирском веке рассматриваемая территория совместно с современным западным склоном Южного Урала представляла мелководную шельфовую окраину Восточно-Европейского континента. В конце каменноугольного периода южная часть была охвачена прогибанием, в то время как территория современного западного Урала испытала орогенез.

Серпуховский ярус. Верхнесерпуховский подъярус (запалтюбинский горизонт) вскрыт на глубине 5235–5340 м. Он сложен мадстоунами, биокластовыми грейнстоунами и пакстоунами. Более полный разрез описан в скв. 171 Акобинская, где в интервале 5321–5330 залегают биокластовые и пелоидные грейнстоуны с остатками водорослей, фораминифер, фрагментами раковин брахиопод. Комплекс фораминифер включает виды родов *Pseudoglomospira, Asteroarchaediscus, Eostaffella, Eostaffellina.* Наиболее информативными для стратиграфии являются находки *Janischewskina* sp., *Biseriella parva* (Tchernysheva, 1948), *Eostaffella* ех gr. *postmosquensis* Kireeva, 1951 (обр. 70–79). Вышележащий интервал 5292–5295 м (обр. 63) содержит виды, характерные для серпуховского яруса и переходящие в башкирский, отнесен к сюранскому подъярусу башкирского яруса по геофизическим данным. В скв. 173 к верхам серпуховского яруса отнесен интервал 5235–5237 м.

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Корреляция разрезов скважин Акобинской площади: 1 – известняки, 2 – глинистые известняки, 3 – депрессионные отложения верхнего карбона-нижней перми, 4 – гипсы и соли приуральского отдела перми, 5 – стратиграфический перерыв, 6 – местонахождение Акобинской площади

Башкирский ярус, сюранский подъярус. Сюранский подъярус (вознесенский и краснополянский региональные горизонты) вскрыт во всех изученных скважинах, сложен известняками, среди которых преобладают биокластовые и оолитовые грейнстоуны. Нижняя граница определяется по появлению видов рода *Plectostaffella* с хорошо выраженной асимметрией навивания и возрастанием последнего оборота, к которым относятся *Pl.* cf. seslavica (Rumjanzeva), *Pl. bogdanovkensis* Reitlinger, 1980, *Pl. jakhensis* Reitlinger, 1971. Подъярус прослежен в скважинах 171 (5226–?5305 м), 172 (5242–5301 м), 173 (5210–5234,5 м), 174 (5245–5300 м), мощность 30–75м. Отложения представлены оолитовыми биокластово-фораминиферовыми и фораминиферово-оолитовыми грейнстоунами с эоштффелло-архедисцидовой биофацией, содержат комплексы фораминифер зон Plectostaffella bogdanovkensis и Semistaffella variabilis. Характерны виды родов семейства Eostaffellidae – *Eostaffella, Plectostaffella, Semistaffella*, часты Biseriamminidae – *Globivalvulina, Biseriella*, представители отряда Archaediscidae. Общее число видов более 30.

Вознесенский горизонт выделяется в скв. 173 Акобинская в интервале 5231,5–5234,5 м (обр. 52–54) по присутствию *Plectostaffella* cf. *obtusa* Reitlinger, 1973, *Pl.* cf. *varvariensis* (Brazhnikova et Potievskaya, 1948) и предположительно в скв. 174 в интервале 5298–5300 м, представленном известняками с фораминиферами *Haplophragmina angularis* (Brazhnikova, 1967), *Eostaffellina* ex gr. *paraprotvae* (Rauser-Chernousova, 1948), *Biseriella minima* (Reitlinger, 1950), *Globivalvulina* ex. gr. *moderata* Reitlinger, 1949 (рис. 2, фиг. 18–22).



Рис. 2. Фораминиферы из башкирского яруса скважин Акобинской площади. Фиг. 1–9, 13 – акавасский подъярус, северокельтменский горизонт; фиг. 10–22 – сюранский подъярус: вознесенский (18–22), краснополянский (15–17, 23) горизонты. Длина масштабной линейки 0,2 мм. Фиг. 1. *Pseudostaffella* cf. *antiqua* (Dutkevich, 1934), тангенциальное сечение, скв. 174, 5212–5230 м, обр. 26. Фиг. 2. *Pseudostaffella* sp., косое сечение, скв. 174, 5212–5230 м, обр. 25. Фиг. 3. *Eostaffella* sp., осевое сечение, скв. 174, 5212–5230 м, обр. 25. Фиг. 4. *Semistaffella* sp., медианное сечение, скв. 174, 5212–5230, обр. 26. Фиг. 5. *Semistaffella* cf. *variabilis* Reitlinger, 1961, косое сечение, скв. 173, 5176 м, обр. 12. Фиг. 6. *Pseudostaffella* ex gr. *antiqua* (Dutkevich, 1934), скв. 172, 5224 м, обр. 22. Фиг. 7. *Eostaffella* angusta Kireeva in Rauser-Chernousova et al., 1951, аксиальное сечение, скв. 174, 5237–5245 м, обр. 27. Фиг. 8. *Millerella* sp., поперечное сечение, 174, 5212–5230 м, обр. 26. Фиг. 9. Известняк оюлитово-биокластовый с раковинами фораминифер в оолитовой оторочке: a – *Asteroarchaediscus subbaschkiricus* (Reitlinger, 1950), 6 – *Biseriella* sp., скв. 172, 5224–5229 м, обр. 24. Фиг. 10. *Plectostaffella seslavica* (Rumjanzeva, 1970), осевое сечение, скв. 174, 5295–5300 м, обр. 40. Фиг. 11. *Pseudoendothyra* sp., осевое сечение, скв. 174, 5295–5300 м, обр. 40. Фиг. 12. *Eostaffella* ex gr. *designata* (Zeller, 1953), обр. 40, 5295–5300 м. Фиг. 13. *Asteroarchaediscus subbaschkiricus* (Krestovnikov et Theodorovich, 1936), скв. 174, 5295–5300 м, обр. 27. Фиг. 14. *Asteroarchaediscus bashkiricus* (Krestovnikov et Theodorovich, 1936), скв. 174, 5295–5300 м, обр. 29, обр. 35, 5255–5263 м. Фиг. 18. *Eostaffella* ovoidea Rauser-Chernousova, 1948, аксиальное сечение, скв. 174, 5295–5300 м, обр. 39. Фиг. 18. *Eostaffella* ovoidea Rauser-Chernousova, 1948, аксиальное сечение, скв. 174, 5295–5300 м, обр. 40. Фиг. 19. *Biseriella minima* (Reitlinger, 1950), скв. 174, 5295– 5300 м, обр. 42. Фиг. 20. *Globivalvulina*

Акавасский подъярус, северокельтменский горизонт. Определен во всех скважинах Акобинской площади по комплексу фораминифер зоны Pseudostaffella antiqua, по появлению родов семейства Pseudostaffellidae – Varistaffella и Pseudostaffella. Акавасский подъярус сложен оолитовыми и биокластово-оолитовыми грейнстоунами, прослежен в скв. 171 (5200–5226 м), 172 (5218–5242 м), 173 (?5164–5210 м), 174 (5212–5245 м), предполагаемая мощность от 25 до 60 м. Комплекс фораминифер содержит виды родов Endothyra, Eostaffella, Plectostaffella, Plectomillerella, Semistaffella, Varistaffella, Pseudostaffella, a также архедисциды (рис. 2). В акавасский подъярус переходит почти весь комплекс из нижележащего сюранского подъяруса, общее число видов более 40.

Аскынбашский подъярус, прикамский горизонт определен в скв. 172 в интервале 5211–5217 м по появлению Staffellaeformes sp. и Pseudostaffella cf. praegorskyi Rauser-Chernousova, 1949 (обр. 13), характеризующих зону Pseudostaffella praegorskyi – Staffellaeformes staffellaeformis. Мощность 6 м.

Фации. В башкирском ярусе отмечаются две фации известняков: оолитовая и биокластовая. Наиболее распространенными являются оолитовые известняки. Для них характерна хорошая сортировка и часто тонкие крустификационные каемки, что связано с перемывом кластики в волноприбойной зоне, обычно плотная упаковка. Центрами оолитов служат биокласты и раковины фораминифер. Оолитовые грейнстоуны переслаиваются с биокластическими грейнстоунами, также сортированными и отмытыми. Оолитовые фации отмелей распространены в краснополянском, северокельтменском и прикамском горизонтах. Другим типом фаций башкирского яруса являются брахиоподовые, ооидно-биокластовые известняки. Они образуют прослои среди оолитовых известняков и часты в основании краснополянского горизонта (Канипова и др., 2014). Ооидные и биокластовые грейнстоуны содержат многочисленные раковины фораминифер, остатки разнообразной фауны брахиопод, кораллов, а также водорослей. Фациальная обстановка формирования пород башкирского яруса открытый мелководный шельф – обширная карбонатная платформа с активной циркуляцией воды (Горожанина и др., 2010). Характерно образование отмелей и намывных валов при периодическом осушении, вызывающем активное оолитообразование на глубинах от 0 до 10 м. В конце карбона – начале перми в результате развития трансгрессии карбонатный шельф был затоплен, известняки были перекрыты алевроглинистыми и кремнисто-карбонатными осадками с прослоями туфогенного материала.

На западном склоне Южного Урала (Зилимо-Зиганский район) близкие по фациям отложения башкирского яруса наблюдаются в естественных выходах (Кулагина и др., 2001). В разрезах широко распространены оолитовые фации, например в разрезе Аскын, в разрезе по р. Белой у бывшего хутора Акавасс, стратотипической местности акавасского горизонта (Пазухин, Кулагина, 2008). Ооидные (пседооолитовые) грейнстоуны вскрыты буровыми скважинами в Пермской области, в районе Соликамской депрессии Предуральского прогиба, где они приурочены к прикамскому горизонту (сюранские и акавасские отложения в этом районе отсутствуют) (Вилесов, 2005). Фораминиферы являются породообразующими компонентами мелководных карбонатных осадков и отличаются высоким таксономическим разнообразием.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вилесов А.П. Литолого-фациальное строение карбонатной толщи башкирского яруса Озерного месторождения нефти (Соликамская депрессия) // Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья. Обзорная информация. М.: Геоинформмарк, 2005. Вып. 1. 40 с.

Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области / Ред. А.С. Пантелеев, Н.Ф. Козлов и др. Оренбург: Оренбургское книжное изд-во, 1997. 272 с.

Горожанина Е.Н. Типы карбонатных платформ Южного Урала и Приуралья, их связь с нефтегазоносностью / Мат-лы VIII Межрегиональной научно-практической конференции Республики Башкортостан. Уфа, 2010. С. 188–191.

Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Ефимов А.Г. и др. Депрессионные отложения ранней перми юга Предуральского прогиба (по материалам глубокого бурения) // Верхний палеозой России. Стратиграфия и фациальный анализ. Мат-лы второй Всероссийской научной конференции. Казань: Казанский государственный университет, 2009а. С. 176–178.

Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Ефимов А.Г. и др. Геологическое строение западной части Предуральского прогиба на территории Оренбургской области и структурная позиция нефтегазоносных комплексов // Геологический сб. № 8. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009б. С. 221–226.

Канипова З.А., Горожанина Е.Н., Кулагина Е.И., Горожанин В.М. Эпигенез и коллекторские свойства пород башкирского яруса среднего карбона Акобинского газоконденсатного месторождения // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий / Мат-лы и доклады. 10-я Межрегиональная научно-практическая конференция. Уфа: ДизайнПресс, 2014. С.114–116.

Пазухин В.Н, Кулагина Е.И. Акавасский подъярус башкирского яруса в стратотипической местности // Проблеми стратиграіі кам'яновугільноі системи. Збірник наукових праць. Киів, 2008. С. 87–94.

Kulagina, E.I., Pazukhin, V.N., Kochetkova et a. The stratotype and key sections of the Bashkirian Stage (Carboniferous) in the Southern Urals. Ufa, Gilem Publishing House, 2001. 139 c.

БИОСТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО- СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ ПО ФОРАМИНИФЕРАМ, КОНОДОНТАМ И ОСТРАКОДАМ

С.Н. Макаренко, С.А. Родыгин, Н.И. Савина

Томский государственный университет, Томск, s.makarenko@ggf.tsu.ru

UPPER DEVONIAN BIOSTRATIGRAPHY OF WEST SIBERIAN PLATE BY FORAMINIFERA, OSTRACODS, AND CONODONTS

S.N. MAKARENKO, S.A. RODYGIN, N.I. SAVINA Tomsk State University, Tomsk

The researches are continuing in the Siberian paleontological scientific center of Tomsk State University providing a paleontologic-stratigraphic basis for the development of the mineral mining in the West Siberia. The subdivision of the Luginetskian Regional Substage into the Lower Luginetskian and Upper Luginetskian substages is justified though complex biostratigraphic studies of the Upper Devonian deposits. The beds with foraminifers, ostracods, conodonts, and stromatopoids are traced.

Key words: West Siberia, Upper Devonian, Luginetsk Regional Sabstage.

В девонском периоде на территории Западно-Сибирской плиты (ЗСП) доминировали морской режим карбонатонакопления и близкий к субтропическому климат, что благоприятствовало развитию разнообразной биоты. Распределение фаций контролировалось сформировавшейся в конце раннего палеозоя блоковой структурой фундамента: осадконакопление происходило на карбонатных платформах и в разделяющих их депрессионных зонах.

За стратотипическую местность для разработки региональной стратиграфической схемы девона (PCC) принят Нюрольский структурно-фациальный район (СФР), расположенный на юго-востоке Западно-Сибирской плиты (Региональная ..., 2012). В верхнем девоне сгустково-комковатые, сферово-узорчатые, строматактоидные известняки выделены в лугинецкую свиту, а замещающие их по латерали глинисто-кремнисто- битуминозные мергели – в чагинскую свиту. Обе свиты имеют двучленное строение. Сведения о строении лугинецкой и чагинской свит обобщены в РСС и приведены в отчетах, монографиях и статьях. Идентифицировать и проследить конкретные стратиграфические уровни в разрезах свит очень сложно. Единственным инструментом для дробного расчленения и корреляции разрезов скважин является биостратиграфический метод. Лугинецкая и чагинская свиты объединены в лугинецкий горизонт (рис. 1). Стратиграфический объем лугинецкого горизонта соответствует франскому и фаменскому ярусам при видимой мощности сводного разреза 1500 м и более. Горизонт подразделен на два подгоризонта, граница между ними проведена первоначально в основании конодонтовой зоны rhenana (Перегоедов и др., 2016), но в результате дополнительных биостратиграфических исследований было решено провести ее в основании фаменского яруса, что прослежено на Северо-Калиновой, Сельвейкинской площадях (Родыгин, 1994).

Нижняя граница верхнего отдела девона и нижнелугинецкого подгоризонта проведена по первому появлению *Mesotaxis asymmetricus ovalis* (Ziegler et Klapper) и *Ancyrodella rotundiloba* (Bryant), выше по разрезу зафиксированы *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler et Bultynck, *Ancyrodella binodosa* Uyeno, тентакулиты *Homoctenus acutus* G. Ljaschenko («тентакулитовые» слои), многочисленные радиолярии, комплекс фораминифер с *Neoarchaesphaera polypora* (скважины Нижне-Табаганской, Калиновой, Северо-Калиновой, Сельвейкинской и др площадей). Остракоды и строматопороидеи практически отсутствуют (рис. 1, 2, 1–3).

В стратиграфическом интервале от основания зоны rhenana и до нижней границы фамена нижнелугинецкий подгоризонт представлен органогенными («амфипоровыми») известняками (отложения карбонатных платформ). Уровень зон rhenana и linguiformis подтвержден находками Palmatolepis subrecta Miller et Youngquist, Pa. hassi Müller et Müller, Pa. gigas Miller et Youngquist, Ancyrodella cf. curvata (Branson et Mehl), появлением конодонтов Mehlina gradata (Youngquist), фораминифер зоны Multiseptida corallina – Eonodosaria evlanensis, слоями со строматопороидеями Novitella tschussovensis; слоями с остракодами Famenella

ратиграфических ний		Нюрольский структурно- фациальный район		Верхияя полента Пересланияние кремия кремиенных аргилитев и ралионаризов сокремнозритание ралионоризов сараго Unich et Bassler, Pa Rancia Klin, et Rancia Rati, pa Parameta Sun, Parameta S								ectuates VL Jasen, Palmatolepis hassi Muller et Muller, Polygnathus decorosus Stauff, Lertodus diffi- cilis Ziegi, et Klapp, L. Subterminus Young, -300 M		
Корреляция местных ст подразделе	220 20			Верхияя подсвита Сферово-узорчатые строматактоидные известняки Seppgeomospanella nana Seppgeomospanella	communis (Raus.), O. kobeitusana (Raus.),	Pa. delicatula Br. et Mehl, Pa. gracilis Br. et Mehl, Pa. postera Zieg, Neopolygnathus	Communis communis Br. et Mehl, Polygna- thus mepolensis Spas., Icriodus Cf.		Органогенные известнячи с амфипорами и фораминиферами <i>Novitalla techneconomeic</i>	Yaver, Equidosarea evlarensis Lip., Multi- revlarensis Lip., Multi- palmatolepis grgas Mil. et Young. Ancyrodella joides Ziegl. 505 m	Нижняя подсвита Мертели, известняки тонкослоистые, битуминозные Тиминеја fringa Byk,	Falmatofenis hassi Mull. Falmatofenis hassi Mull. et Wull., Pa. subrecta Mil. et Voung., Pa. proversa Zieg., Ancryodella ro- tundidoa binodosa Uyeno, Ancryognathus tri- angularis Young. 145 M		
е подразделения		ато- деи	аракт. Эмплекс	oyitella rents- rents favor.)										
		Стром. порои,	Слои К	ovi- Ni and Societaria socialization socializion socializion socializion socializion socializion soc										
		Конодонты	Характерный (комплекс	Palmatolepis postera Zicglet,	Polygnathus znepolensis Spasov	admatolepis rhomboidea San Danatolepis homboidea San Danatolis Recondenti, danatore and Zage et andle, Recondynathus com- communis (Br. et Mehl), Spa- hogenathodus inormatus (Br. the Mehl)		Palmatolepis regularis (Coop.), Pa. del. delicatula Br. et Mehl, leriodus iowaensis Young.	Palmatolepis subrecta N Mil. et Young, Pa. gigas Mil. et Young. Pa. cf. delicatula Br.	et Mehl. <i>Pa. linguijormis s</i> Miller, <i>Pa. elegantula s</i> Wang et Zieg.	Palmatolepis hassi Mull. et Mull., Pa. Johacea Young, Pa. proversa Garg, P. nonygathus innancus Ornat, P. normalis Mil. et Young Ancyrodella ioles Zieg, Ancyro- gathus triangularis Young	Klapperina oyalis (Zieg, et Klapper), P. dubius Hinde, P. laftyosatus Witth, Ancyvodella roundiloba binodosa Uyeno		
	с комплексы		Слон	Palmatolepis	postera	Palmatolonis	rhomboidea	Icriodus iowaensis	Palmatolepis	gigas	Palmatolepis hassi	Ancyrodella rotundiloba binodosa		
графически	карактерные	коды	Характерный комплекс	Aparchites aff. globulus Posn., Healdianella punctata Posn., Orthocypris exemplaris	Rozhd.	Entomozoe (Nehdentomic)	ovata Sav., E. (N.) njurolica Sav., Eridoconcha	sociaits Eichwald	Aparchites vol- gensis Rozhd., Healdianella	punctata rosn., Bairdia mani- festa Rozhd.et Tschig., Fame- nella kairova- ensis Rozhd.				
ьные страти	с фауной и з	Остра	Слои	Orthocypris	exemplaris	Entomozoe	(ivendento- mis) ovata, Entomozoe (N.)	njurolica	Famenella kairovaensis					
Региональ	Слои с	Фораминиферы	Характерный комплекс	Quasiendothyra Communs (Raus.), Cokob kobeitusana (Raus.), Q. konensis (Leb.)	Eotuberitina reitlin- oerae MMaclav	Tubeporina insolita Tchuv., Septaglomo- spiranella nana Reitl.	Archaesphaera crassa Lip., Parathurammina dagmarae Sul., Diplosphaerina	magna (rojatk.)	Multiseptida corallina Byk., Eonodosaria evlanensis Lip., Eogenitzina devonica	Lip., E. indigena Byk., Fornálina sororis Byk. Rectocornuspina siratchoya Byk.	Tikhinella multiformis (Lip.), Neoarchae- sphaera polypora (Antropov)			
			Слои	Quasiendothyra kobeitusana - Quasiendothyra communis	Septaglomo-	spiraneua nana	Diplosphaerina magna - Parathuram-	mina dagmarae	Eonodosaria evlanensis - Multiseptida	carollina	Tikhinella multiformis - Neoarchae- sphaera	nucleod		
	зонты	гидолдоП		кий	нелуги	Bepxi		Нижнелугинецкий						
	Т	гногидоЛ		Лугинецкий								Ц		
Общая Трафическая икала	Станлартные	Стандартные конодонтовые зоны		praesulcata expansa	praesulcata expansa postera			crepida triangularis	linguiformis	Lat rhenana	jamicae hassi	punctata transitans	- Idusiovana norrisi	
С тратиг п		(GII	trO (qR		ранский Фаменский Фаменский									
5	1	<u>в</u> мэтэн Э		к в х э н о я э Д										

Рис. 1. Региональные стратиграфические подразделения верхнего девона Нюрольского структурно-фациального района Западно-Сибирской плиты


Рис. 2. Литологические особенности и органические остатки лугинецкого горизонта. Фиг. 1–5. Органические остатки нижнелугинецкого подгоризонта: 1, 2 – тентакулиты в глинисто-битуминозном мергеле: 1 – скв. Урманская 11, обр. 18119, инт. 3054,5–3058,5 м; 2 – скв. Нижне-Табаганская 18, обр. 19, гл. 3126 м; 3 – радиолярии в мергеле, скв. Нижне-Табаганская 18, обр. 13, гл. 3028 м; 4 – органогенные («амфипоровые») известняки с *Novitella tschussovensis* (образец керна), скв. Урманская 1193, обр. 27647, инт. 3130 м; 5 – фораминиферы *Eonodosaria evlanensis* Lipina, скв. Нижне-Табаганская 14, обр. 2, гл. 3136 м; Фиг. 6. Конодонты нижнелугинецкой подсвиты: 1–3 – *Mehlina gradata* Youngquist), х 60, скв. Арчинская 1193, обр. 5 (27649), гл. 3133,56 м;: 1 – вид сверху; 2 – вид сбоку; 3 – вид снизу; 4, 5 – *Mehlina* cf. *gradata* (Youngquist), х 50, скв. Урманская 5, обр. 6 (7494), гл. 3196,2 м: 4 – вид сбоку; 5 – вид снизу. Фиг. 7. Фототаблица. Комплекс остракод лугинецкой свиты. Фиг. 1. *Rozhdestvenskajites* sp., экз. № 151/20, х 15; правая створка; скв. Нижне-Табаганская 14, обр. 13, инт. 3135,5–3139,0 м, франский ярус. Фиг. 2. *Аparchites* aff. *globulus* Posner, экз. № 151/31, х 30; правая створка;

скв. Нижне-Табаганская 8, обр. 2, инт. 3040,0–3046,0 м, фаменский ярус. Фиг. 3. Orthocypris exemplaris Rozhdestvenskaja, экз. № 151/32, x 15; правая створка; скв. Нижне-Табаганская 8, обр. 4, инт. 3063,5–3068,3 м, фаменский ярус. Фиг. 4, 5. Healdianella punctata Posner: 4 – экз. № 151/33, х 15; правая створка; скв. Нижне-Табаганская 8, обр. 2, инт. 3040,0–3046,0 м; 5 – экз. № 151/34, х 15; правая створка; скв. Нижне-Табаганская 14, обр. 13, инт. 3135,5–3139,0 м, франский ярус. Фиг. 6. *Carbonita* sp., экз. № 151/35, х 25; скв. Нижне-Табаганская 8, обр. 4, инт. 3063,5-30683 м, фаменский ярус. Фиг. 7. Bairdia sp., экз. № 151/36, x30, местонахождение и возраст те же. Фиг. 8. Bairdia ? sp., экз. № 151/36, x30, местонахождение и возраст те же. Фиг. 9. Famenella kairovaensis Rozhdestvenskaja, экз. № 151/21, х20; правая створка; скв. Нижне-Табаганская 14, обр. 13, инт. 3135,5–3139,0 м, франский ярус. Фиг. 10. Acratia sp., экз. № 151/22, x20, правая створка, местонахождение и возраст те же. Фиг. 11. Entomozoe (Nehdentomis) njurolica Savina, экз. № 151/811, х20, голотип; скв. Сельвейкииская 1, обр. 52, инт. 3037,7-3041,3 м, фаменский ярус, нижнефаменский подъярус, чагинская свита. Фиг. 12, 13. Entomozoe (Nehdentomis) ovata Savina: 12 – экз. № 151/810; голотип, х20; 13 – экз. № 151/812, личинка, х20, местонахождение и возраст те же. Фиг. 8-13. Мелководно-шельфовые строматактоидные, сферово-узорчатые известняки верхнелугинецкой подсвиты: 8 – известняк буровато-серый, «сливной», строматактоидный (образец керна), скв. Урманская 25, обр. 27604, гл. 3056,4 м; 9 – замещение строматолитового известняка доломитом, скв. Урманская 761, обр. 27640, инт. 3195,0–3201,0 м; 10 – диагенетические крустификационные структуры в известняке, скв. Урманская 761, обр. 27643; 11 - структура известняка «птичий глаз», скв. Урманская 761, обр. 27639; 12 – сгустково-комковатый известняк с многокамерными фораминиферами, скв. Урманская 5, обр. 9, инт. 3209,6-3221,8 м; 13 - сферово-узорчатый фораминиферовый известняк, скв. Нижне-Табаганская 8, обр. 7744, гл. 3033 м

kairovaensis (рис. 1, 2, 4–7) (скв. Арчинская 51, 1193, Нижне-Табаганская 14, Урманская 5, и др. площади) (Родыгин, 1994; Савина, 1997; Макаренко, Савина, 2013).

Верхнелугинецкий подгоризонт представлен сферово-узорчатыми строматактоидными известняками с обедненным комплексом органических остатков: исчезают строматопороидеи, фораминиферы и остракоды представлены немногочисленными видами (рис. 2, фиг. 8–13), прослежен на Лугинецкой, Нижне-Табаганской, Урманской и других площадях. В составе подгоризонта В.М. Задорожным (1987) установлены слои с фораминиферами, соответствующие стандартным конодонтовым зонам (рис. 1). С конодонтами зоны rhomboidea в нижней половине верхнелугинецкого подгоризонта выявлены остракоды: *Entomozoe* (*Nehdentomis*) *njurolica* Savina, *Entomozoe* (*N.*) *ovata* Savina (сем. Entomozoidae) (скв. Сельвейкинская 1, инт. 3077,7–3041,3 м, чагинская свита) (рис. 2, фиг. 7). В верхней части подгоризонта установлены слои с остракодами *Orthocypris exemplaris* (скв. Нижне-Табаганская 8, инт. 3040,0–3072,3 м) (Савина, 1997).

Верхняя граница девонской системы и горизонта совпадает с кровлей фораминиферовой зоны Quasiendothyra kobeitusana и прослежена в разрезах скважин 1, 4, 20 Нижне-Табаганской площади Нюрольского СФР (Перегоедов и др., 2016) и в скважинах Уватского СФР.

На основе комплексных биостратиграфических исследований верхнедевонских отложений осуществлена корреляция разрезов и детализация местных и региональных стратиграфических подразделений, что дает возможность успешно использовать палеонтолого-стратиграфические данные при поисковых, разведочных и эксплуатационных работах в Западной Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Задорожный В.М. Фораминиферы и биостратиграфия девона Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Новосибирск: Наука, 1987. 128 с.

Макаренко С.Н., Савина Н.И. Новые материалы по стратиграфии девона центральной части Нюрольской впадины (Томская область) // Региональная стратиграфия позднего докембрия и палеозоя Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2013. С. 124–132.

Перегоедов Л.Г., Макаренко С.Н., Родыгин С.А., Савина Н.И. Региональные подразделения девона Западно-Сибирской равнины // Методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. С. 124–126.

Региональная стратиграфическая схема девонских образований Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции / Под ред. В.И. Краснова. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2012. 43 с.

Родыгин С.А. О находке конодонтов в верхнедевонских отложениях юго-востока Западно-Сибирской плиты // Проблемы геологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1994. С. 80.

Савина Н.И. Остракоды лугинецкого горизонта (верхний девон юго-востока Западно-Сибирской плиты) // Вопросы геологии и палеонтологии. Томск: Изд-во НТЛ, 1997. С. 129–133.

ROTALIIDA (ФОРАМИНИФЕРЫ) ВЕРХНЕГО МЕЛА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Маринов

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

ROTALIIDA (FORAMINIFERA) FROM THE WEST SIBERIAN UPPER CRETACEOUS

V.A. MARINOV

Tyumen Petroleum Research Center, Tyumen

The composition of the foraminifera of the order Rotaliida of the Upper Cretaceous of Western Siberia is specified. The narrow stratigraphic range of most species, wide geographical distribution and the availability of reliable diagnostic features make them valuable stratigraphic markers. The analysis of the distribution of the rotaliides refines the taxonomic characteristics of the zonal complexes and simplifies their diagnosis.

Key words: Foraminifera, Upper Cretaceous, West Siberia.

В верхнемеловых ассоциациях фораминифер Западной Сибири формы с секреционноизвестковой раковиной отряда Rotaliida присутствуют относительно редко, но узкий стратиграфический диапазон распространения большинства видов, широкое географическое распространение и наличие надежных диагностических признаков делает их ценными стратиграфическими маркерами, характерными видами комплексов зональной шкалы по фораминиферам (Подобина, 2009) верхнего мела. Анализ распространения роталиид позволяет уточнить таксономическую характеристику зональных комплексов верхнемеловых фораминифер и упростить их диагностику (рис. 1).

Нижний турон. Зона Gaudryinopsis angustus. В нижней части зоны в скважине Тагульской обнаружен вид *Epistomina carinata* (N. Bykova) (табл. 1, фиг. 1, 2) совместно с иноцерамидами *Mytiloides labiatus* (Schlotheim). В верхней части зоны, в скважине Тагульской, в слоях с *Mytiloides labiatus* (Schlotheim) в комплексе фораминифер с *Neobulimina albertensis* (Stelck et Wall) в составе роталиид встречены: *Gavelinella moniliformis* (Reuss) (табл. 1, фиг. 6), *Reinholdella brotzeni* Olsson (табл. 1, фиг. 3), *Cibicides excavatus* (Brotzen) (табл. 1, фиг. 5), *Lingulogavelinella tiltimica* (Marinov) (табл. 1, фиг. 7).

Средний и верхний турон. Зона Pseudoclavulina hastata. Слои с *Mytiloides hercynicus* Petrascheck и *Inoceramus* cf. *cuvieri* Sowerby, с *Inoceramus lamarcki* Woods (non Parkinson) и *Inoceramus schulginae* Efremova (Харитонов и др., 2007) в скважинах Тагульской и Харампурской. Состав роталиид: *Pseudovalvulineria vesca* (N. Bykova), *Cibicides excavatus* (Brotzen), (?)*Cibicides westsibiricus* (Balakhmatova) (табл. 1, фиг. 4), *Gavelinella moniliformis* (Reuss), *Lingulogavelinella tiltimica* (Marinov).

Средний и верхний коньяк. Зона Dentalina tineaformis, Cibicides sandidgei. В разрезе на р. Сыня (Маринов, Хоментовский, 2004) определены виды: Discorbis sibiricus Dain, Cymballopora martini (Brotzen), Osangularia whitei praeceps (Brotzen), Valvulineria lenticula (Reuss), Bagginoides quadrilobus (Mello), Berthelina variabilis (Marinov), Nonionellina austinana (Cushman), Pseudovalvulineria vesca (N. Bykova), Cibicides excavatus (Brotzen). Непосредственно выше найдены роталииды Discorbis sibiricus Dain, Valvulinera lenticula (Reuss), Bagginoides quadrilobus (Mello), Pseudovalvulineria sibirica (Dain) совместно с иноцерамидами верхнего коньяка Volviceramus involutus (Sow.).

Нижний сантон. Зона Ammobaculites dingus, Pseudoclavulina admota. В скважине Новочасельской совместно с *Sphenoceramus* cf. *cardissoides* (Goldf.) обнаружены роталииды: *Eponides concinnus plana* Vassilenko (табл. 1, фиг. 8, 9), *Epistomina fax* (Nauss), *Gavelinella* aff. *moniliformis* (Reuss) (табл. 2, фиг. 1).

Верхний сантон. Зона Cribrostomoides exploratus, Ammomarginulina crispa. Состав роталиид: Valvulineria laevis Brotzen, Bagginoides quadrilobus (Mello) (табл. 2, фиг. 2), Cibicidoides luteus Podobina, Pullenia americana Cushman (Подобина, 2009).

Нижний кампан. Зона Bathysiphon vitta, Recurvoides magnificus. Состав роталиид: *Eponides sibiricus* Neckaja, *Cibicides globigeriniformis* Neckaja, *Anomalinoides neckajae* Vassilenko, *Cibicidoides primus* Podobina (Подобина, 2009).

Отдел	Apyc	Подъярус	Горизонт	Зона по фораминиферам (Подобина, 2009)	Состав комплексов фораминифер		
		ий	Ганькинский	Spiroplectammina kasanzevi, Bulimina rosenkrantzi	Osangularia lens (Brotzen), Anomalinoides danicus Brotzen), Cibicidoides spiropunctatus (Galloway et Morrey), Brotzenella praeacuta (Vassilenko)		
	аастрихтский	Верхн			Eponides proprius Podobina, Epistammina fax Nauss, Reinholdella brotzeni Olsson, Cibicides globigeriniformis Neckaja, C. gankinoensis Neckaja, Anomalinoides pinguis (Jennings), A. falsiplanctonicus (Balakhmatova), A. minuta Mello, Cibicidoides pocurensis Kisselman, C. primus Podobina, Allomorphina nonioninoides (Dain), Brotzenella pseudopapillosa (Carsey)		
Ň		Нижний		Spiroplectammina variabilis, Gaudryina rugosa spinulosa	Eponides proprius Podobina, Ceratobulimina cretacea Cushman et Harris, Cibicides globigeriniformis Neckaja, Cibicides gankinoensis Neckaja, Anomalinoides pinguis Jennings, Cibicidoides primus Podobina, Pullenia kasakhstanica Dain, Stensiöina caucsica transuralica (Balakhmatova), Nonioniella pseudoinsecta (Putrja)		
0	Σ				Valvulinoides umovi (Kyprianova), Gyroidinoides beresoviensis (Balakhmatova), Eponides sibiricus Podobina, Cibicides gankinoensis Neckaja, C. globigeriniformis Neckaja, Anomalinoides pinguis Jennings, Cibicidoides primus Podobina		
В	١Ň	сний	Верхнеберезовский	Cibicidoides primus	Valvulineria procera Podobina, Gyroidinoides G. turgidus (Hagenow), Eponides sibiricus Neckaja, Eceponidella linki Wickenden, Ceratobulimina cretacea Cushman et Harris, Eistomina fax Nauss, Cibicides excavatus Brotzen, Cibicidoides primus Podobina		
Г	ипански	Bep)			Valvulinoides umovi (Kyprianova), Gyroidinoides obliquaseptatus (Mjatliuk), Eponides sibiricus Neckaja, Cibicides excavatus Brotzen, Anomalinoides falsiplanctonicus (Balakhmatova), Cibicidoides aktulagayensis Vassilenko, Brotzenella monterelensis (Marie)		
M	Kan	Нижний		Bathysiphon vitta, Recurvoides magnificus	Eponides sibiricus Neckaja, Cibicides excavatus Brotzen, Anomalinoides neckajae Vassilnko, Cibicidoides primus Podobina		
ш	Сантонский	Верхний	знецовский Нижнеберезовский	Cribrostomoides exploratus, Ammomarginulina crispa	<i>Valvulineria laevis</i> Brotzen, <i>Bagginoides quadrilobus</i> (Mello), <i>Cibicidoides luteus</i> Podobina, <i>Pullenia americana</i> Cushman		
×		Нижний		Ammobaculites dignus, Pseudoclavulina admota	Eponides concinnus planus Vassilenko, Epistomina fax (Nauss)		
Е	Коньякский	Сред.Верх.		Dentalina tineaformis, Cibicides sandidgei	Discorbis sibiricus Dain, Valvulinera lenticula (Reuss), Bagginoides quadrilobus (Mello), Pseudovalvulineria sibirica (Dain)		
a		Нижний		Haploophragmium chapmani, Ammosalaria antis	Discorbis sibiricus Dain, Cymballopora martini (Brotzen), Osangularia whitei praeceps (Brotzen), Valvulineria lenticula (Reuss), Bagginoides quadrilobus (Mello), Berthelina variabilis (Marinov), Nonionellina austinana (Cushman), Pseudovalvulineria vesca (N.Bykova), Cibicides excavatus (Brotzen), (?)Cibicides westsibiricus (Balakhmatova)		
	ГУронский	Сред. Верх.		Pseudoclavulina hastata	Discorbis aff. sibiricus Dain, Pseudovalvulineria vesca (N.Bykova), Cibicides excavatus (Brotzen), (?)Cibicides westsibiricus (Balakhmatova), Gavelinella moniliformis (Reuss), Lingulogavelinella tiltimica (Marinov)		
		ний		Gaudryinopsis	Gavelinella moniliformis (Reuss), Cibicides excavatus (Brotzen), Lingulogavelinella tiltimica (Marinov)		
		Ниж	Кy	angustus	Epistomina carinata (N. Bykova)		

Рис.1. Состав роталиид в зональных комплексах фораминифер верхнего мела Западной Сибири

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Таблица 1. Фиг. 1, 2. *Epistomina carinata* (N. Bykova): 1 – экз. № 1074/916 (х70); 2 – экз. № 1074/919 (х70); скв. Тагульская; обр. Т-25-12; гл. 1101,7 м, средний турон. Фиг. 3. *Reinholdella brotzeni* Olsson, экз. № 1074/915 (х100); скв. Сузунская; обр. С-34-11; гл. 887 м, средний турон. Фиг. 4. *Cibicides westsibiricus* (Balakhmatova), экз. № 1074/927 (х100); скв. Тагульская; обр. Т-25-31; глубина 1052,7м, средний турон. Фиг. 5. *Cibicides excavatus* Brotzen, экз. № 1074/928 (х100); скв Восточно-Лодочная; обр. Вл-1-14; гл. 994,0 м, средний турон. Фиг. 6. *Gavelinella moniliformis* (Reuss), экз. № 1074/931 (х120); скв. Восточно-Лодочная 1; обр. Вл-1-14; гл. 994,0 м, средний турон. Фиг. 7. *Lingulogavelinella tiltimica* (Marinov), экз. № 1074/903; (х120); скв. Сузунская; обр. С-34-6; гл. 902,7м, средний турон. Фиг. 8, 9. *Eponides concinnus plana* Vassilenko: 8 – экз. № Н5П34-16; (х120); 9 – экз. № Н5П34-17; (х120); скв. Новочасельская; обр. Н5П34; гл. 867,5 м, нижний сантон



Таблица 2. Фиг. 1. *Gavelinella* aff. *moniliformis* (Reuss), Экз. № Н5П36-16; (x120); скв. Новочасельская; обр. Н5П36; гл. 868,4 м, нижний сантон. Фиг. 2. *Bagginoides quadrilobus* (Mello), экз. № Н5П38-10; (x100); скв. Новочасельская; обр. Н5П38; гл. 867,5 м, нижний сантон. Фиг. 3. *Anomalinoides falsiplanktonicus* (Balakhmatova), экз. № 1002BE16-5; (x80); скв. Ван-Еганская; обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 4. *Stensioeina caucasica transuralica* (Balakhmatova), экз. № 1002BE16-7; (x100); скв. Ван-Еганская; обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 5. *Anomalinoides pinguis* (Jennings), экз. № 1002BE16-9; (x100); скв. Ван-Еганская; обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 6. *Eponides proprius* Podobina, экз. № 1002BE16-6; (x100); скв. Ван-Еганская; обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 7. *Cibicidoides primus* Podobina, экз. № 1002BE16-8; (x100); скв. Ван-Еганская, обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 7. *Cibicidoides primus* Podobina, экз. № 1002BE16-8; (x100); скв. Ван-Еганская, обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 7. *Cibicidoides primus* Podobina, экз. № 1002BE16-8; (x100); скв. Ван-Еганская, обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 7. *Cibicidoides primus* Podobina, экз. № 1002BE16-8; (x100); скв. Ван-Еганская, обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 7. *Cibicidoides primus* Podobina, экз. № 1002BE16-8; (x100); скв. Ван-Еганская, обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 7. *Cibicidoides primus* Podobina, экз. № 1002BE16-8; (x100); скв. Ван-Еганская, обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт. Фиг. 7. *Cibicidoides primus* Podobina, экз. № 1002BE16-8; (x100); скв. Ван-Еганская, обр. 1002BE16; гл. 932,5 м, верхний маастрихт

Верхний кампан. Зона Cibicidoides primus, нижняя подзона Cibicidoides aktulagayensis. В скважине Южно-Тамбейской состав роталиид Valvulinoides umovi (Kyprianova), Gyroidinoides turgides (Hagenow), G. obliquaseptatus (Mjatliuk), Eponides sibiricus Neckaja, Alabammina dorsoplana (Brotzen), Cibicides excavatus Brotzen, Anomalinoides falsiplanctonicus (Balakhmatova), Cibicidoides aktulagayensis Vassilenko, Brotzenella monterelensis (Marie).

Верхний кампан. Верхняя подзона Ceratobulimina cretacea, Nonionellina taylorensis. Роталииды в скважине Васюганской (Маринов и др., 2014): Valvulineria procera Podobina, V. laevis Brotzen, Valvulinoides umovi (Kyprianova), Gyroidinoides turgidus (Hagenow), G. obliquaseptatus (Mjatliuk), G. beresoviensis (Balakhmatova), Eponides sibiricus Neckaja, Eoeponidella linki Wickenden, Ceratobulimina cretacea Cushman et Harris, Epistomina fax Nauss, Bagginoides quadrilobus (Mello), Cibicides excavatus Brotzen, Anomalinoides falsiplanctonicus (Balakhmatova), A. neckajae Vassilenko, A. pinguis Jennings, Stensiöina sp. ind., Cibicidoides primus Podobina, Nonionellina taylorensis (Hofker).

Нижний маастрихт. Зона Spiroplectammina variabilis, Gaudryina rugosa spinulosa. Нижняя подзона Bolivinoides decurrens – Bolivinoides senonicus, отвечает слоям с Baculites eliasi Cobban. В скважине Васюганской (Маринов и др., 2014) в составе роталиид обнаружены Valvulineria procera Podobina, Valvulinoides umovi (Kyprianova), Gyroidinoides turgidus (Hagenow), Gyroidinoides obliquaseptatus (Mjatliuk), G. beresoviensis (Balakhmatova), Eponides sibiricus Neckaja, Alabammina dorsoplana (Brotzen), Epistomina fax Nauss, Bagginoides quadrilobus (Mello), Eoeponidella linki Wickenden, Ceratobulimina cretacea Cushman et Harris, Cibicides gankinoensis Neckaja, C. excavatus Brotzen, C. globigeriniformis Neckaja, Anomalinoides pinguis Jennings, A. falsiplanctonicus (Balakhmatova), Cibicidoides primus Podobina.

Верхняяподзонанижнегомаастрихта Stensiöinacaucsicatransuralica. Вскважинах Бованенковской (Харасовейской) состав роталиид следующий: Discorbis connicus Ehremeeva, Alabammina dorsoplana (Brotzen), Valvulineria procera Podobina, Valvulinoides umovi (Kyprianova), Gyroidinoides obliquaseptatus (Mjatliuk), Gyroidinoides beresoviensis (Balakhmatova), Eponides sibiricus Neckaja, Eoeponidella linki Wickenden, Bagginoides quadrilobus (Mello), Ceratobulimina cretacea Cushman et Harris, Cibicides globigeriniformis Neckaja, Cibicides gankinoensis Neckaja, Anomalinoides pinguis Jennings, Cibicidoides primus Podobina, Quadrimorphina allomorphinoides (Reuss), Pullenia kasakhstanica Dain, Stensiöina caucsica transuralica (Balakhmatova) (Табл. 2, фиг. 4), Nonioniella pseudoinsecta (Putrja).

Верхний маастрихт. Зона Spiroplectammina kasanzevi, Bulimina rosenkrantzi. В карьере Качар, в слоях с Neobelemnella kasimiroviensis (Skolozdr.) в составе роталиид встречены Valvulinoides umovi (Kyprianova), Gyroidinoides turgidus (Hagenow), G. beresoviensis (Balakhmatova), G. obliqauseptatus (Mjatliuk), Bagginoides quadrilobus (Mello), Angulogavelinella ahuvae Weidich, Eponides proprius Podobina (Табл. 2, фиг. 6), Epistomina fax Nauss, Reinholdella brotzeni Olsson, Cibicides globigeriniformis Neckaja, C. gankinoensis Neckaja, Anomalinoides pinguis (Jennings) (Табл. 2, фиг. 5), A. falsiplanctonicus (Balakhmatova) (Табл. 2, фиг. 1), A. minuta Mello, Cibicidoides pocurensis Kisselman, C. primus Podobina (Табл. 2, фиг. 3), Allomorphina nonioninoides (Dain), Brotzenella pseudopapillosa (Carsey). В кровле ганькинского горизонта в скважине Логиновская вместе с планктонными фораминиферами Heterohelix globulosa (Ehrenberg) найдены Osangularia lens (Brotzen), Anomalinoides danicus (Brotzen), Cibicidoides spiropunctatus (Galloway et Morrey), Brotzenella praeacuta (Vassilenko) (Маринов, Урман, 2013).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Маринов В.А., Урман О.С. Сообщества бентосных фораминифер в Западной Сибири на рубеже мела и палеогена // Литосфера. 2013. № 1. С. 81–101.

Маринов В.А., Соболев Е.С., Глинских Л.А. Фораминиферы, остракоды и аммониты (бакулиты) ганькинской свиты (верхний мел) Томской области (Западная Сибирь): биостратиграфия, палеоэкологические реконструкции и географические связи // Литосфера. 2014. № 4. С. 50–65.

Маринов В.А., Хоментовский О.В. Слои с фораминиферами в разрезе коньякского яруса северо-западных районов Западной Сибири // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2004, Т. 79, вып. 2. С. 40–47.

Подобина В.М. Фораминиферы, биостратиграфия верхнего мела и палеогена Западной Сибири. Томск: ТГУ, 2009. 432 с.

Харитонов В.М., Маринов В.А., Иванов А.В., Фомин В.А. Верхнемеловые иноцерамы скважинных разрезов Западно-Сибирской низменности и некоторые вопросы стратиграфии туронского яруса // Изв. Саратовск. ун-та. Нов. сер. Науки о Земле. 2007. Т. 7, вып. 2. С. 61–71.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МИКРОФОССИЛИЯХ ВЕРХНЕСИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА Р. ИЛЫЧ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Н.А. Матвеева¹, Р.М. Иванова²

¹Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, nakaneva@geo.komisc.ru ²Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, ivanovarm@igg.uran.ru

NEW DATA ABOUT OF MICROFOSSILS OF THE UPPER SILURIAN DEPOSITS ON THE ILYCH RIVER (NORTHERN URALS)

N.A. MATVEEVA¹, R.M. IVANOVA²

¹Institute of Geology, Komi Scientific Center, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar ²Institute of Geology and Geochemistry, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg

The study of Upper Silurian deposits on the Ilych River showed the presence of green algae fragments and uniaxial foraminifers which were not previously established here. The genera *Sokolella* and *Issinella* of family Dasycladaceae (green algae) and foraminifers of the genera *Cribrosphaeroides*, *Baituganella* and *Caligella* were identified. *Key words*: Silurian, Northern Urals, green algae, foraminifers.

В.П. Шуйский (1989) в своей диссертации указывал на слабую изученность палеозойских водорослей Урала и отмечал отсутствие монографических описаний ордовикских и силурийских водорослей. Также он обращал внимание на то, что комплексы силурийских водорослей Урала менее разнообразны по сравнению с ордовикскими и девонскими. К сожалению, к настоящему времени крупных работ, охватывающих большой материал по нижнепалеозойским водорослям Урала, так и не появилось.

В связи с тем, что на территории Тимано-Североуральского региона целенаправленного изучения микрофоссилий не проводилось, была предпринята попытка их исследования. Микроскопические исследования верхнесилурийских рифогенных образований из обн. 111 и 112 по р. Илыч показало присутствие ранее не установленных здесь микроостатков примитивных фораминифер. В настоящей работе приводятся промежуточные результаты изучения микрофоссилий.

Верхнесилурийские отложения установлены на Северном Урале по обоим берегам р. Илыч в районе устья р. Б. Косью и представлены рифом Илыч (обн. 110–111) и склоновыми отложениями (обн. 112) (Антошкина, 2003). В обн. 110 по левому берегу р. Илыч наблюдается начало стадии диверсификации рифового ядра с развитием биогермных известняков. Продолжается разрез по правому берегу р. Илыч (выше устья р. Б. Косью) в обн. 111, в котором рифовые отложения представлены в основном биогермными известняками, включающими рифовые конглобрекчии и известняки микробиальные с инкрустационными корками. В обн. 112 вскрыт разрез верхнелудловско-пржидольских отложений верхней части континентального склона с толщей конглобрекчий, имеющий цикличное строение. Общая мощность пород, вскрытых в обн. 111 и 112 около 3 км.

Среди уже известных в рифе Илыч органических остатков (Антошкина, 2003) нами были определены зеленые дазикладовые водоросли и однокамерные фораминиферы, которые ранее не отмечались в данных отложениях.

Зеленые водоросли семейства Dasycladaceae ранее принадлежали к порядку Siphonales (Stolley, 1893; Маслов, 1956). В настоящее время они относятся к порядку Dasycladales (Шуйский, 1989; Богуш, Иванова, Лучинина, 1990; Иванова, 2013). Встречены поперечный и продольный срезы дазикладовых водорослей, которые преобразованы постдиагенетическими процессами, что затрудняет их интерпретацию (рис. 1).

Поперечный срез трубочки овальной формы характеризуется следующими размерами: внутренний диаметр ~1,8 мм, наружный диаметр ~2,2 мм (рис. 1 А). Обызвествленные боковые ответвления направлены субперпендикулярно в стороны длиной 0.2 мм, ширина 0,03–0,05 мм, расстояние между ними 0,05 мм. Описанный фрагмент дазикладаций морфологически сходен с родом *Sokolella*, который был выделен А.А. Ищенко (1985) в силуре

Подолии и по данным В.П. Шуйского (1989) распространен в силурийских отложениях Урала.

Продольный срез изогнутой трубочки с закругленными концами показан на рис. 1 Б. Стенка сложена светлым стекловатым кальцитом. Внешний край стенки неровный, волнистый. Длина слоевища 1,12 мм, ширина 0,15 мм, толщина стенки 0,02 мм. Описанный фрагмент морфологически сходен с родом *Issinella* sp. Род впервые выделен Е.А. Рейтлингер из верхнефранских отложений Восточно-Европейской платформы (Иванова, 2013).

Фораминиферы *Cribrosphaeroides* sp. имеют однокамерную раковину овальной формы размером 0,9 мм по удлинению (рис. 2 А). Стенка микритовая толщиной 0,07 мм с многочисленными тонкими порами диаметром ~ 0.03 мм. Размеры выявленных нами фораминифер в несколько раз больше размеров, указанных Л.Г. Петровой и Т.В. Прониной (1980) для фораминифер силура восточного склона Среднего Урала (лудловский ярус: наибольший диаметр 0,21–0,48 мм, толщина стенки 0,015 мм, диаметр пор 0,003–0,01 мм; пржидольский ярус: диаметр 0,25–0,36 мм, высота 0,15–0,24 мм, толщина стенки 0,012–0,018 мм, диаметр пор 0,003–0,01 мм). Род *Cribrosphaeroides* Reitlinger известен в Евразии с силура до нижней части турнейского яруса включительно (Задорожный, 1987).

Фораминиферы *Baituganella* sp. имеют раковину неправильной округло-угловатой формы, ~ 1,12 мм по удлинению, с небольшими вздутиями и слабовыраженными перегородками (рис. 2 Б). Стенка микритовая двухслойная, толщиной 0,03–0,05 мм. Впервые этот род фораминифер описан О.А. Липиной из турнейских отложений Пермского края и имеет распространение от среднего девона до турнейского яруса нижнего карбона (Справочник..., 1993).

Фораминиферы с трубчатой неправильно изогнутой раковиной представлены двумя типами. Первый тип имеет слабовыраженные перегородки и узловатый перегиб, который образует начальную камеру (рис. 2 В). Длина раковины 1,3 мм, наибольший диаметр 0,22 мм, концы раковины закругленные. Стенка двухслойная, толщиной 0,02–0,07 мм, состоит из внешнего темного тонкого слоя и внутреннего – чуть более светлого зернистого. Толщина темного слоя стенки непостоянная, сохраняется лишь частично. Второй тип отличается слабовыраженными перегородками, неглубоким перегибом и отсутствием начальной камеры (рис. 2 Г). Стенка микритовая зернистая, толщиной 0,03–0,04 мм. Длина раковины 0.65 мм, наибольший диаметр 0,15 мм. Описанные морфологические признаки фораминифер присущи роду *Caligella* Antropov. Л.Г. Петровой и Т.В. Прониной (1980) из силурийских отложений восточного склона Среднего и Северного Урала описан род *Eocaligella* Pronina, который в настоящее время А.А. Сабиров (2017) условно относит к Incertae sedis.

Таким образом, при изучении верхнесилурийской толщи на р. Илыч комплекс ранее известных организмов пополнился находками зеленых дазикладовых водорослей и фораминифер. Однако для полной таксономической идентификации новых органических остатков требуются дополнительные исследования.



Рис. 1 Верхнесилурийские зеленые водоросли: А – поперечное сечение дазикладовой водоросли Sokolella, обр. 1113/4; Б – продольное сечение Issinella, обр. 112/36. Масштабная линейка: А – 0.15 мм, Б – 0.1 мм



Рис. 2 Верхнесилурийские фораминиферы: A – Cribrosphaeroides sp., обр. 111p/1; Б – Baituganella sp., обр. 111p/1; В – Caligella, обр. 111 ϕ /2a; Е – Caligella, обр. 111е/2б. Масштабная линейка: A – B – 0.15 мм, E – 0.04 мм.

Работа проводилась в рамках Госпрограммы № АААА-А17-117121270034-3, темы № 0393-2016-0023 государственного задания ИГГ УрО РАН и при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 18-5-5-31, проект № 18-5-5-11.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антошкина А.И. Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 304 с.

Богуш О.И., Иванова Р.М., Лучинина В.А. Известковые водоросли верхнего фамена и нижнего карбона Урала и Сибири // Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 745. Новосибирск: Наука, 1990. 160 с.

Задорожный В.М. Фораминиферы и биостратиграфия девона Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Новосибирск: Наука, 1987. 117 с.

Иванова Р.М. Известковые водоросли карбона Урала. Екатеринбург: РИО УрО. РАН, 2013. 244 с.

Ищенко А.А. Силурийские водоросли Подолии. Киев: Наукова думка, 1985. 115 с.

Маслов В. П. Ископаемые известковые водоросли СССР // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. Сер. геол. Вып. 160. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 301 с.

Петрова Л.Г., Пронина Т.В. Фораминиферы силура и нижнего девона восточного склона Северного и Среднего Урала // Девон и карбон Азиатской части СССР. Новосибирск: Наука, 1980. С. 43–62.

Поярков Б.В. Стратиграфия и фораминиферы девонских отложений Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1969. 186 с.

Сабиров А.А. Палеозойские примитивные известковые фораминиферы: морфология, систематика, филогения и стратиграфическое значение. Душанбе: Дониш, 2017. 333 с.

Справочник по систематике фораминифер палеозоя (за исключением эндотироидей и пермских многокамерных лагеноидей) / Вдовенко М.В., Раузер-Черноусова Д.М., Рейтлингер Е.А. и др. М.: Наука, 1993. 126 с.

Шуйский В.П. Ископаемые известковые водоросли и рифообразование (на примере палеозоя Урала). Дисс. ... докт. геол.-минерал. наук. Свердловск: ИГГ УрО РАН, 1989. 406 с.

Stolley E. Uber Silurische Siphoneen // N. Jahrb. Mineral. Geol. Palaontol. 1893. Bd. 11, H.1. S. 135–146.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО БИОСТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНА Р. ЧАНИС-ЦКАЛИ (ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ) ПО ПЛАНКТОННЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ И НАННОПЛАНКТОНУ

Х. Микадзе¹, Н. Лапачишвили², Н. Икошвили³, М. Онофришвили³

¹ Национальный музей Грузии, Институт палеобиологии, Тбилиси, xatmikadze@yahoo.com ² Тбилисский государственный университет, Тбилиси, nucalapachi@gmail.com ³ Грузинский технический университет, Тбилиси, nanaikoshvili5@yahoo.com, mzeqa.om@mail.ru

NEW DATA FOR THE BIOSTRATINRAPHY OF THE UPPER CRETACEOUS DEPOSITS OF THE CHANIS-TKKHALI RIVER BASIN (WESTERN GEORGIA) ON PLANCTON FORAMINIFERS AND NANNOPLANKTON

K. MIKADZE¹, N. LAPACHISHVILI², N. IKOSHVILI³, M. ONOPHRISHVILI⁴ ¹Georgian National Museum, Institute of Paleobiology, Tbilisi, Georgia ²Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia ³Georgia Technical University, Tbilisi, Georgia

Upper Cretaceous deposits in the Chanis-Tskali section (Western Georgia) are represented by carbonate rocks with multi-colored flints concretions. Various taxonomic assemblages of planktonic foraminifers and nannoplankton were distinguished for the Chanis-Tskali section firstly. Their systematic composition showed similarity with the zonal associations of other well-studied areas, which made it possible to determine the stratigraphic position of the allocated units, their zonal status, and outline the ways of wide regional correlation.

Key worlds: Georgia, Gagra, Java, Cretaceous, foraminifers.



Рис. 1. Геологическая карта участка западной Грузии в районе р. Чанис-цкали

Верхний мел Грузии служил предметом изучения для нескольких поколений исследователей. В настоящей работе представлены материалы из образцов разреза Чанис-цкали, расположенного в пределах Гагро-Джавской зоны, Южный склон Большого Кавказа (рис. 1).

В северной известковой полосе Мегрелии верхнемеловые отложения Гагрско-Джавской зоны прослеживаются непрерывной полосой от долины р. Гализга до р. Техури. Наиболее полный и характерный разрез верхнемеловых отложений этой полосы был составлен на правом берегу р. Чанис-цкали, южнее курорта Скури.

1. Чередование средне- и толстослоистых, светло-серых, глинисто-песчанистых известняков и зеленовато-серых средне- и грубозернистых песчаников. В породах встречены планктонные фораминиферы:

Muricohedbergella planispira (Tappan), M. delrioensis (Casey), Thalmanninella appenninica (Renz), T. brotzeni Sigal, T. deeckei (Franke), Globigerinelloides bolli Pessagno.

2. Равномерное чередование среднеслоистых мергелей и их песчанистых разностей. Комплекс планктонных фораминифер обильнее предыдущего, увеличивается таксономическое разнообразие. К уже указанным в предыдущем слое видам присоединяются: *Thalmanninella reicheli* (Mornod), появляются первые *Rotalipora cushmani* (Morrow), а также *Globigerinelloides caseyi* (Bolli, Loeblich et Tappan), *Planoheterohelix globulosa* (Ehrenberg).

3. Толстослоистые, грубозернистые буровато-серые глауконитовые песчаники с прослоями сильно песчанистых глинистых известняков. В породах встречен комплекс мелких планктонных фораминифер, относящихся к видам *Muricohedbergella planispira*, *Globigerin*- elloides bolli Pessagno. В ассоциации наннофосслий отмечены виды: Chiastozygus amphipons (Bram. et Mart.), Ch. anceps (Gorka), Calculites obscurus Defl.

4. Массивные, грубозернистые, глауконитовые песчаники. Остатков микрофоссилий не обнаружено.

5. Среднеслоистые, пелитоморфные в разной степени глинистые известняки и мергели. Породы содержат комплекс планктонных фораминифер: *Whiteinella archaeocretacea* Pessagno, *Dicarinella imbricata* (Mornod), выше появляются *Praeglobotruncana prehelvetica* (Trujillo), *Dicarinella hagni* Scheibnerova, затем – первые *Hedbergella agalarovae* (Vassilenko). Продолжают существовать *Muricohedbergella delrioensis*, *Planoheterohelix globulosa*.

6. Среднеслоистые, пелитоморфные, серые известняки с редкими прослоями мергелей. В них найдены планктонные фораминиферы: *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli), *Hedbergella hoelzli* Hagn et Zeil. Продолжают существовать *Whiteinella archaeocretacea*, *Dicarinella imbricata*, *D. hagni*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Hedbergella agalarovae*, *Planoheterohelix globulosa*. В этих отложениях наннопланктон представлен следующими видами: *Microrhabdulus decoratus* Defl., *Marthasterites furcatus* Defl., *Watznaueria barnesae* (Black).

7. Тонко- и среднеслоистые, местами кремнистые известняки светло-серого цвета. В них определены Marginotruncana pseudolinneiana Pessagno, M. schneegansi (Sigal), M. sigali (Reichel), M. sinuosa (Porthault), M. marginata (Reuss). Продолжают существовать Whiteinella archaeocretacea, Dicarinella imbricata, D. hagni, присутствуют последние экземпляры Praeglobotruncana praehelvetica. Из этой пачки определены следующие виды наннопланктона: Eifellithus eximius Perch-Nielsen, Calculites obscurus Defl., Watznaueria barnesae (Black).

8. Известняки пелитоморфные светлорозовые, среднеслоистые с линзами и стяжениями сургучно-красного, дымчато-серого кремня.

9. Толстослоистые известняки с редкими конкрециями розовых кремней. Определены планктонные фораминиферы: *M. pseudolinneiana*, *M. sigali*, *M. schneegansi*, *M. sinuosa*, *Planoheterohelix globulosa*, появившиеся в сл. 7. Появляются *Marginotruncana coronata* (Bolli), *M. angusticarinata* (Gandolfi), *Concavatotruncana primitiva* (Dalbiez), *C. concavata* (Brotzen), *Planoheterohelix reussi* (Cushman). Из этой пачки определены следующие виды наннопланктона: *Marthasterites furcatus* (Delf.), *Placozygus fibuliformis* (Reinh.), *Retecapsa crenulata* Bram. et Mart., *Arkchangelskiella cymbiformis* Vekshina, *Eiffellithus eximius* Stov., *Kamptnaerius magnificus* Defl.

10. Средне- и толстослоистые розоватые известняки типа литографского камня, со стяжениями и с конкрециями красных и дымчато-серых кремней. Определены планктонные фораминиферы: Contusotruncana fornicata (Plummer), Globotruncana linneiana (d'Orbigny), Marginotruncana pseudolinneiana, M. marginata, M. coronata, Concavatotruncana concavata, C. primitiva, C. asymetrica, Planoheterohelix reussi, P. globulosa, P. striata. В составе наннофоссилий следует отметить присутствие видов: Ahmuellerella mirabilis (Perch-Nielsen), Watznaueria barnesae (Black), Placozygus fibuliformis (Reinh.).

11. Среднеслоистые, белые, пелитоморфные известняки литографского типа с линзами и конкрециями дымчатого, а реже розового кремня. В них определены планктонные фораминиферы: Contusotruncana fornicata, C. arcaformis Masl., Concavatotruncana concavata, C. asymetrica, Marginotruncana marginata, Globotruncana linneiana, G. bulloides Vogl., Globotruncanita stuartiformis (Dalbiez), G. elevata, Archaeoglobigerina blowi.

12. Беловато-серые, пелитоморфные толстослоистые извстняки литографского типа с конкрециями дымчато-серого кремня и прослоями мергелей. В породах содержится богатый комплекс фораминифер, состоящий из многочисленных экземпляров *Globotruncana arca* Cush., *G. linneiana*, *G. bulloides*, *Globotruncanita elevata*, *G. stuartiformis*, *Contusotruncana fornicata*, *C. arcaformis*. Появляются первые экземпляры *Globotruncana ventricosa* White. Здесь встречен наннопланктонный комплекс, в котором присутствуют виды: *Ceratolithoides aculeus* (Stradner), *Tetralithus ovalis* (Strad.), *Calculites obscurus* (Defl.).

13. Среднеслоистые, пелитоморфные, светлосерые кремнистые известняки с редкими прослоями песчанистых известняков, мергелей и конкрециями дымчато-серых кремней. В слое встречаются: Globotruncana ventricosa, G. arca, G. linneiana, G. bulloides, Globotruncanita elevata, G. stuartiformis, Contusotruncana fornicata, C. arcaformis. В комплексе наннофоссилий отмечены Braarudosphaera bigelowi (Gran et Braarud.), Uniplanarius trifidus (Stradn.), Calculites obscurus (Defl.), T. pyramidus Gard. 14. Белые, среднеслоистые, пелитоморфные известняки литографского типа с редкими прослоями мергелей. На этом уровне встречаются *Globotruncana morozovae* Vassilenko, *G. ventricosa*, *G. linneiana*, *G. arca*, *G. bulloides*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Contusotruncana fornicata*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Planoheterohelix reussi*.

15. Серые и белые толстослоистые известняки с редкими прослоями и линзами кремней дымчато-серого цвета. В них определяются множество фрагментов: *Rugoglobigerina* sp., *Globotruncana* sp., *Globigerinelloides* sp., *Heterohelix* sp. В нижнюю часть слоя переходят виды из наннопланктонного комплекса слоя 13. В верхней части появляются: *Lithraphidites quadratus* Braml. et Mart., *Broinsonia parca* (Stradn.), *Zygodiscus spiralis* Braml. et Mart. На этом уровне отмечается значительное уменьшение числа наннофоссилий, в тоже время следует отметить появление вида *Micula murus* Defl.

Детальное изучение разреза р. Чанис-цкали позволило выделить 12 зон по планктонным фораминиферам и 8 зон и одни слои по наннофоссилиям, которые показаны на рис. 2.

Rotalipora brotzeni. Автор: Lehmann, 1966. Возраст: ранний сеноман.

Rotalipora cushmani. Автор: Borsetti, 1962. Возраст: поздний сеноман (частично).

Whiteinella archaeocretacea. Автор: Bolli, 1966. Возраст: поздний сеноман (частично) – ранний турон (частично). Из-за бедности видового состава наннопланктона, выделение зоны затруднено, но выделяются слои с Chiastozygus amphipons (слои 3–5). Выделенная зона соответствует зоне Rotalipora cushmani и частично зоне Whiteinella archaeocretacea (по фораминиферам).

Helvetoglobotruncana helvetica. Автор: Sigal, 1955. Возраст: ранний турон.

Marginotruncana schneegansi и Marginotruncana pseudolinneiana. Автор: Pessagno, 1967. Возраст: средний-поздний турон. Выделенная по наннопланктону зона Microrhabdulus decoratus датируется ранним и средним туроном (слои 5, 6). Она сопоставляется с зонами: Whiteinella archaeocretacea (частично), Helvetoglobotruncana helvetica и Marginotruncana schneegansi – M. pseudolinneiana (частично).

Магginotruncana coronata. Автор: Moorkens, 1969. Возраст зоны: начало раннего коньяка. Здесь выделяется зона Eifellithus eximius (наннопланктон), которая датирована поздним туроном - ранним коньяком (слой 7). Она соответствует – части предшествующей зоны и зоне М. coronata (частично).

Marginotruncana sigali и Marginotruncana renzi. Автор: Barr, 1982, Bolli 1957. Возраст зоны: конец раннего коньяка.

Сопсаvatotruncana concavata. Автор: Sigal, 1955. Возраст зоны: средний-поздний коньяк – ранний сантон. Выделяемая наннопланктонная зона Marthasterites furcatus датируется коньяком (слои 8, 9) и коррелируется с фораминиферовыми зонами: Marginotruncana coronata (верхняя часть), М. sigali/renzi (полностью охватывает) и Concavatotruncana concavata (частично).

Contusotrunca fornicata. Автор: Postuma, 1971. Возраст зоны: поздний сантон. Выделяется зона Ahmuellerella mirabilis по наннофоссилиям (слой 10). Данная наннопланктонная зона соответствует: зоне Concavatotruncana concavata (верхняя часть) и полностью охватывает зону Contusotruncana fornicata.

Globotruncana arca. Автор: Маслакова, 1978. Возраст: ранний кампан.

Globotruncana ventricosa. Автор: Dalbiez, 1955. Возраст зоны: средний кампан. По наннопланктону выделяется зона Ceratolithoides aculeus (ранний и часть среднего кампана) (слои 11, 12). Эта зона по возрасту соответствует зонам: G. arca (полностью) и G. ventricosa (частично).

Globotruncana morozovae. Автор: Маслакова, 1978. Возраст зоны: конец позднего кампана. Здесь выделяется наннопланктонная зона Uniplanarius trifidus. Возраст зоны среднийпоздний кампан (слои. 13, 14). Она частично охватывает зону G. ventricosa и полностью – Globotruncana morozovae.

В связи проблематичностью отмывки образцов, маастрихтские слои по фораминиферам были изучены в шлифах. Выделяются только нанопланктонные зоны: Litraphiditus quadratus – нижний маастрихт и Micula murus, которая относится к верхнему маастрихту (рис. 2).

При зональном расчленении разреза р. Чанис-цкали по планктонным фораминиферам, использовалось филогенетические линии родов из группы глоботрунканид: *Thalmaninella*, *Rotalipora*, *Helvetoglobotruncana*, *Marginotruncana*, *Dicarinella*, *Globotruncana*, *Concavato*-

		Зоны и слои по	Зоны по м	
Part of the sector of the sect		нанопланктону	микрофауне	
подярус		Лапачишвили Н.	Микадзе Х.Э.	
		(данная работа)	(данная работа)	
И	В	Micula		
LIJ		murus		
маа	Н	Litraphiditus		
~		quadraticus		
<u> </u>	В		Globotruncana morozovae	
		Uniplanarius		
E		trifidus	Globotruncana ventricosa	
IIIa	С	ron store to Hilder State		
KaN				
		Ceratolithoides		
	Н	aculeus	Globotruncana arca	
			na de construction de la const	
	В			
сантон			Contusotruncana fornicata	
	С	Ahmuellerella	 Collaborational International Control of Collaboration Coll	
		mirabilis		
	Н	and a sub-state of the second s		
<u> </u>	D		-	
	D		Concavatotruncana	
1			concavata	
AIK.	С	Marthastaritas		
HIO		furcatus		
K		iurcatus	Marginotruncana renzi	
			Marginotruncana sigali	
	н		5 5	
			Marginotruncana coronata	
			Marginotruncana	
	В	Eifellithus eximius	pseudolinneiana	
		Line annuo vannuo	Marginotruncana	
HOt			schneegansi	
Typ	C			
	· ·		Helvetoglobotruncana	
	н	Microrhabdulus	helvetica	
		decoratus	Whiteinella	
		слой с	archaeocretacea	
	В	Chiastozygus		
IaH		amphipons	Rotalipora cushmani	
HOMa				
ce	С			
			Rotalipora brorzeni	
	н			

Рис. 2. Сопоставление наннопланктонных и фораминиферовых зон в разрезе Чанис-цкали.

Период	Sigal 1977 Средиземно- морье	Caron, 1985 Обобщенный	Premoli Silva, Verga, 2004 Обобщенный	Копаевич 2016 Крым, Северный Кавказ	Mikadze (данная работа)
маастрихт	Ab. mayaroensis	Ab. mayaroensis	Ab. mayaroensis	Ab.	
	Gansserina	Gansserina	C.contusa/ R.fructicosa	mayaroensis	
	gansseri C. pite	gansseri		Globotruncanita stuari	
	G-nita stuarti+ G-nita falsostuarti	Gl.aegyptica G-ella havanensis	Gansserina gansseri		
		Gl. calcarata			
H	Radotruncana calcarata	Gl. ventricosa	Gl. aegiptica	Contusotruncana morozovae	Globotruncana ventricosa
Ramin	Gl-nita		G-lla havanensis Radotr. calcarata		
	elevata + Gl-nita stuartiformis	Glo-ita elevata	Gl. ventricosa Gl-ita elevata	Globotruncanita elevata	Globotruncana arca
сантон	Dicarinella concavata/ Heterohelix carinata	Dicarinella asymetrica	Dicarinella asymetrica	Contusotruncana fornicata	Contusotruncana fornicata
ИРИК	Dicarinella concavata	Dicarinella concavata Dicarinella	Dicarinella concavata	Concavatotruncana concavata	Concavatotruncana concavata
КО	M. sigali + M.schne egansi	primitiva M. sigali	M. sigali/ D.primitiva	M. coronata	M. sigali M. renzi M. lannarenti/
н	H. helvetica	H. helvetica	H. helvetica	M. pseudolinneiana	M. pseudolinneiana
rype	Wh.			H. helvetica	H. helvetica
	archaeocretacea	Wh. archaeocretacea	Wh. archaeocretacea	Wh. archaeocretacea	Wh.archaeocretacea
		R. cushmani	R. D.algeriana cushmani R.greenho-	Patalinara	R. cushmani
ман	R. cushmani	R. reicheli	R. reicheli	cushmani	R. appenninica
сено	R. globotruncanoides R.brotzeni	Rotalipora brotzeni	R. globotruncanoides	Th. deeskei	
				globotruncanoides	26

Рис. 3. Зональные схемы по планктонным фораминиферам в публикациях различных авторов.

truncana, Contusotruncana и *Globotruncanita*. Эти таксоны обладали быстрой эволюционной изменчивостью, широким географическим распространением и четкими морфологическими признаками. Выделенные зональные комплексы были сопоставлены с комплексами Крыма и Северного Кавказа (Маслакова, 1978; Копаевич, 2010), Западной Европы и Средиземноморья (Caron, 1985) и др. При выделении наннопланктонных зон использовалась схемы С. Сиссинга (Sissingh, 1977), К. Перч-Нильсен (Perch-Nielsen, 1985), а также данные С.И. Шуменко (1971).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Маслакова Н.И. Глоботрунканиды юга Европейской части СССР. М.: Наука, 1978. 168 с.

Шуменко С.И. Литология и породообразующие организмы (кокколитофориды) верхнемеловых отложений востока Украины и области Курской магнитной аномалии. Харьков: Изд-во Харьковск. ун-та, 1971. 164 с.

Caron M. Cretaceous planktonic Foraminifera // Plankton stratigraphy / Eds. Bolli H.M., Sanders J.B., Perch-Nielsen K. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. P. 17–86.

Kopaevich L., Vishnevskaya V.S. Cenomanian-Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea-Caucasus area: Paleogeography, paleoclimate and sea level changes // Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol. 2016. V. 441. P. 493–515.

Pessagno E.A., Jr. Upper Cretaceous planktonic Foraminifera from the Western Gulf Coastal Plain // Paleontographica Americana. 1967. V. 5. P. 259–441.

Perch-Nielsen K. Mesozoic calcareous nannofossils // Plankton Stratigraphy / Eds. Bolli H.M., Sanders J.B., Perch-Nielsen K. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. P. 329–426.

Sigal J. Eassai de zonation du Crétacé mediterrané à l'aide des foraminifèrs planctoniques // Geologie Mediterranée. 1977. N 4. P. 99–108.

Sissingh W. Biostratigraphy of Cretaceous Calcareous Nannoplankton // Geologie en Mijnbouw. 1977. V. 56, N 1. P. 37–65.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ И НОВЫХ СИСТЕМ ФОРАМИНИФЕР В ЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСАХ

В.И. Михалевич

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, mikha07@mail.ru

USE OF TRADITIONAL AND NEW FORMINIFERAL SYSTEMS IN ELECTRONIC INFORMATION RESOURCES

V.I. MIKHALEVICH

Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Several electronic sites devoted to the Foraminifera, their taxonomy, morphology, ecology, paleoecology, are available in Internet, most of them in the process of elaboration. None of them embraces the full data of the paper editions. The taxonomy of those, organized earlier, is mostly based on the Loeblich & Tappan (1987, 1992) classification, of the later ones – on the new morphological and molecular classifications proposed (Mikhalevich, 1980–2013, Saidova, 1981, Kaminski, 2004, 2014, Pawlowski et al., 2013).

Key words: Foraminifera, taxonomical systems, electronic sites.

Фораминиферы – одна из наиболее многочисленных и сложно устроенных групп одноклеточных эукариот, имеющих большое практическое значение как индикаторы возраста геологических отложений, в том числе нефтегазоносных, индикаторы экологической и палеоэкологической обстановки, антропогенного загрязнения. В настоящее время известно более 10 000 современных видов, а ископаемых более 80 000 (Lipps, Finger, 2010), число родов превысило 5000. При постоянно возрастающем числе вновь опубликованных таксонов эффективная работа без электронных баз данных становится трудной, значительную помощь в работе оказывают базы электронных ресурсов.

Первые электронные базы по фораминиферам появились еще в конце 20 века. Самая ранняя из них – http://palaeo-electronica.org/, включающая лишь небольшое количество конкретных данных по фораминиферам. Постепенно расширялось и число таких баз, и их тематика. Примером баз с широким охватом, содержащих значительные сведения по фораминиферам, могут служить следующие сайты: материалы наук о земле, включая также электронные книги – https://pubs.geoscienceworld.org/; океаническая биогеографическая информационная система OBIS (Ocean Biogeographic Information System) и ее австралийский подсайт http:// www.obis.org.au/faq.html#1, на котором сведения по фораминиферам и их систематике представлены более детально; GBIF (Global Biodiversity Information Facility – https://www.gbif. org/what-is-gbif), объединяющая сеть организаций по всему миру, с центром в Копенгагене. Во всех этих сайтах система фораминифер давалась на основе классификации А. Леблика и Е. Таппан (Loeblich, Тарраn, 1987, 1992), основанной в первую очередь на особенностях строения стенки раковин. Она до сих пор является наиболее полной и подробной на уровне родов, но число описанных после 1987 г. таксонов, особенно вымерших, носит взрывной характер.

В настоящее время существует несколько специальных таксономических сайтов, посвященных систематике фораминифер. Это, прежде всего, «World Foraminifera Database» (WFD) – http://www.marinespecies.org/foraminifera/, охватывающий и современные, и вымершие виды. Коллектив специалистов из разных стран под руководством Б. Хэйварда (В. Науward, Австралия), начиная с 2007 г., сумел составить наиболее полную базу видов. Она содержит подробные данные по положению видов в системе, их синонимии (но даже довольно подробная синонимия еще далека от полной ввиду почти необъятного количества источников), географическому и геологическому распространению. Сайт снабжен удобным поисковым аппаратом. В основу системы фораминифер авторы сайта пытаются положить новейшие данные молекулярной систематики, разрабатываемые Я. Павловским и его школой (Pawlowski et al., 2013). В силу неполноты этих новых данных, охвативших пока лишь незначительное количество представителей, авторы сайта вынуждены комбинировать их с данными классификации Леблика и Таппан (Loeblich, Tappan, 1987, 1992) для видов с секреционной известковой раковиной и М. Каминского для агтлютинирующих форм (Kaminski, 2004, 2014). В результате такого подхода крупная группа фораминифер (класс Nodosariata), четко характеризующаяся своеобразными чертами строения и раковин, и их стенки, попадает в Incertae Sedis. В тоже время класс Spirillinata, принципиально отличающийся от класса Miliolata и строением раковин, и составом и ультраструктурой стенки, и особенностями ядерного аппарата, попадает с ними в один таксон. Этот сайт входит составной частью в http://www.World Register of Marine Species (WoRMS) – глобальной инициативы регистрации всех морских организмов, уже насчитывающего более 240 000 видов морских обитателей.

Несколько позже, в 2009 г. М. Хеземаном (М. Hesemann) в Гамбурге был создан сайт FEUDAT – http://www.foraminifera.eu/morphoclass.html, включающий и современные, и вымершие виды фораминифер. В работе принимают участие небольшая группа профессиональных ученых, а также значительное число любителей, присылающих свои материалы, но основная часть работы лежит на организаторе М. Хеземане, который отдает ему всю свою жизнь. К настоящему времени сайт насчитывает уже более 10 000 видов. Этот сайт, помимо обычной для сайтов такого рода задачи наиболее полной каталогизации, включает несколько дополнительных задач и может служить примером наиболее широкого и многостороннего подхода. Так, наряду с полными таксономическими данными, роды и виды сгруппированы по месту и времени обитания - таким образом, на картах зрительно представлены различные фауны и их развитие во времени, поисковые системы видов снабжены разработанными М. Хеземаном определительными ключами, литературные ссылки содержат не только краткие справочные, но и полные данные. Основной информационной единицей сайта является вид, и его изображению уделяется особое внимание, максимально возможно используются 3D фотографии. Сайт хорошо структурирован, легко доступен и удобен для поиска. Он с равным успехом служит и научным целям, и целям просвещения. Создатели сайта обсуждают особенности и преимущества наиболее крупных и известных современных классификаций, включая основанную на молекулярно-генетическом анализе и условно называемую молекулярной, но отдают предпочтение системе, предложенной российской школой (Михалевич 1980, 1992, 2000; Саидова, 1981; Mikhalevich, 2004, 2013а,б) и близким по взглядам авторам (Kaminski, 2004, 2014), которую М. Хеземан назвал морфологической (рис. 1). Она базируется на преимущественном значении для систематики плана строения организма, который у фораминифер отражается в морфологии раковин, а характер стенки раковин при той же их форме может меняться и поэтому рассматривается как менее важный, менее надежный и менее консервативный признак. К сходным выводам пришли специалисты молекулярных исследований, но система, построенная исключительно на их данных пока менее разработана, что связано с трудностью получения живого материала. FEUDAT входит составной частью в более широкую европейскую базу данных FEUPRO - http://www.foraminifera.eu.

В 2015 г. Ш. Брендс (S. Brands – Дания, Нидерланды) был основан сайт Таксономикон – http://taxonomicon.taxonomy.nl/. Он включает все группы организмов, от высших до бактерий и вирусов и дает наиболее разнообразные критерии поиска – не только номенклатурные и таксономические, но также палеонтологические, географические и различного рода экологические. Сайт включает классы фораминифер и их состав до родового уровня. Таксоны надродового уровня даны по системе Михалевич (2013а, б). Этот молодой сайт использует наиболее современные источники и дает линки к более углубленной информации.

Сайт, организованный Американским музеем естественной истории в Нью-Йорке (https:// www.worldcat.org/) включает обширный раздел по фораминиферам (https://www.worldcat. org/title/catalog-of-foraminifera/), частично некоторые печатные издания каталога Эллиса и Meccuны («Ellis and Messina catalogues of micropaleontology" 1940–2014), которые начали выходить в начале 20 века. До недавнего времени лишь небольшая часть изданий музея была представлена в электронном виде (отдельные тома каталога Эллиса и Мессины, каталоги по отдельным регионам и таксономическим группам – чаще по планктонным фораминиферам). Недавно закончена электронная версия каталога Эллиса и Мессины по фораминиферам, содержащая полные данные о 47 000 видов и родов (http://www.micropress. org/em/), но, в отличие от перечисленных выше сайтов, она отсутствует в открытом доступе. Высокая стоимость объясняет отсутствие доступа к ней в библиотеках России.



Morphological classification of foraminifera established by Valeria I. Mikhalevich et al.

Zoological Institute. Russian Academy of Sciences. Universitetskaja nab. 1, 199034 St-Petersburg, Russia

Introduction

Infaunal living, planispiral: *Elphidium* de Montfort 1808

Basis of most foraminiferal classifications nowadays is Loeblich and



Tappans 1987/88 published "Foramini feral genera and their classification". The wall-structure is used as the main criteria for classification. Based on studies on recent foramini fera Mikhalevich/ Debenay 2001 and Mikhalevich 2004 reestablished test-form and -features as the main criteria as it has been done by early foraminiferologists such as d'Orbigny 1826. Mikhalevich proposes a new classification though only outlined in detail for agglutinated foraminifera. It will be roughly presented here and is used at "foraminifera.eu" on the class, subclass and order level.

Morphological Classification of Foraminifera by Mikhalevich 2004

Mikhalevich V.I. On the heterogeneity of the former Textulariina (Foraminifera) // Proc. 6 Intern. Workshop Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Spec. Publ. 2004. V. 8. P. 317 to 349.

German translation of the text-part by Dr. Rosenfeldt with permission by V.I. Mikhalevich



Среди важных баз данных необходимо отметить библиографические базы. Список публикаций по фораминиферам регулярно публикует журнал «Journal Foraminiferal Research» (http://www.cushmanfoundation.org/jfr/), в последнее время также и журнал «Micropaleontology" (http://www.micropress.org/bim/about.php). Кроме того, фонд Гжибовского (http://gf.tmsoc.org/foram-refs.html) охватывает публикации основного корпуса микропалеонтологических журналов и монографий с 1980 г по настоящее время. Учитывая все возрастающее число журналов и публикаций, можно сказать, что фонд справляется с почти невыполнимой задачей. На этом же сайте уделено большое внимание вопросам систематики фораминифер, создана международная группа по разработке их современной классификации – IWGFC (http://gf.tmsoc.org/working-group.html), в которой автор данной статьи является с опредседателем. Отдельные сведения по литературе, иногда pdf публикации имеются на сайте WoRMS и на многих других сайтах.

Некоторые данные по систематике фораминифер можно получить либо на сайтах с тематикой более широкого характера (см. выше – paleo-electronica, geoscienceworld, OBIS, GBIF), и, конечно, в Википедии, либо на сайтах с тематикой, относящейся к ограниченным временным периодам, узким таксономическим группам, отдельным районам. Примером вторых могут служить следующие сайты: http://fossilworks.org/, сайты некоторых университетов (например https://depts.washington.edu/forams/by-species-order-rotaliida/genus-cibicides/ – Illustrated Guide to Benthic Foraminifera of Puget Sound, основанный на коллекциях университета), сайты музеев, значительное число сайтов по планктонным фораминиферам разных геологических периодов (например http://www.nhm.ac.uk/our-science/courses-and-students/ short-course-taxonomy-stratigraphy-cenozoic-planktonic-foraminifera.html; http://www.mikrotax.org, 2017) и многие др.

Важно отметить, что, несмотря на сложность проведения у фораминифер молекулярно-генетических исследований, в первую очередь из-за наличия раковины, результаты их представлены на сайте Molecular Database of Foraminifera – http://forambarcoding.unige.ch/, созданном в 2010 году в лаборатории Университета Женевы М. Хольцманн (M. Holzmann). Он насчитывает уже около 600 видов, относящихся к 82 родам, 6 отрядам и снабженных краткими сведениями и фотографиями. Поисковая система дает сведения об их географическом нахождении и биотопе.

Электронные базы данных по фораминиферам помогают их полной каталогизации с целью обеспечить стабильность их номенклатуры, а также возможность служить базой различных таксономических ревизий и региональных исследований. В организации и работе всех этих сайтов, как правило, принимают участие ученые многих стран. Так, например, в работе сайта OBIS участвуют ученые 45 национальностей. Автор данной статьи как представитель российской школы является участником сайтов FEUDAT и Taxonomicon. Всемирная паутина в 21 веке стала одним из основных средств информации. Как видно из вышеизложенного, электронные сайты по систематике фораминифер составляют солидную базу, помогающую ученым всего мира контактировать между собой и более эффективно осуществлять процесс выработки нового знания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Михалевич В.И. Систематика и эволюция фораминифер в свете новых данных по их цитологии и ультраструктуре // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 94. Л.: Наука, 1980. С. 42–61.

Михалевич В.И. Макросистема фраминифер // Изв. АН. Сер. биол. 1998. № 2. С. 266-271.

Михалевич В.И. Основы зоологии. Protista. Фораминиферы / Ред. А.Ф. Алимов. СПб: Наука, 2000. С. 533-623.

Саидова Х.М. О современном состоянии системы надвидовых таксонов кайнозойских бентосных фораминифер. М., 1981. 73 с.

Ellis B.F., Messina A. Catalogue of Foraminifera. Micropaleontology Press, American Museum of Natural History, New York, 1940–2014.

Kaminski M.A. The Year 2000 Classification of the Agglutinated Foraminifera // In: M.K. Bubik (ed). Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera (Prague, Czech Republic, September 1-7, 2001). Grzybowski Foundation Special Publication. 2004. N 8. P. 237–255.

Kaminski M.A. The Year 2010 Classification of the Agglutinated Foraminifera // Micropaleontology. 2014. V. 60. P. 89–107.

Loeblich A.R., Tappan H. Foraminiferal Genera and their Classification. Van Nostrand Reinhold. 1987. 970 p., 847 pl.

Loeblich A.R., Tappan H. Present status of foraminiferal classification // Studies in Benthic Foraminifera. Tokai University Press, 1992. P. 93–102.

Mikhalevich V.I. On the heterogeneity of the former Textulariina (Foraminifera) // In M.K. Bubik (ed.). Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera (Prague, Czech Republic, September 1-7, 2001). Grzybowski Foundation Special Publication. 2004. N 8. P. 317–349.

Mikhalevich V.I. New insight into the systematics and evolution of the Foraminifera // Micropaleontology. 2013. V. 59, N 6. P. 493–527.

Mikhalevich V.I. Post-Cambrian testate Foraminifera as a system in its evolution // Animal Science, Issues and professions. Nova Science Publishers, USA, New York, 2013. 426 p.

Pawlowski J., Holzmann M., Tyszka J. New supraordinal classification of Foraminifera: Molecules meet morphology // Mar. Micropaleontol. 2013. V. 100. P. 1–10.

ЗНАЧЕНИЕ ФОРАМИНИФЕР СЕМЕЙСТВА CASSIDULINIDAE ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ УСЛОВИЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ КОЛОНОК ИЗ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Я.С. Овсепян^{1,2,3}, Н.О. Аверкина^{3,4}, Е.Е. Талденкова^{3,4}

¹Геологический институт РАН, Москва, yaovsepyan@yandex.ru ²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва ³Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург ⁴Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, nataly@mail.ru, etaldenkova@mail.ru

IMPORTANCE OF FORAMINIFERA OF THE FAMILY CASSIDULINIDAE FOR THE LATE QUATERNARY PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTIONS BASED ON THE LAPTEV SEA SEDIMENT CORES

YA.S. OVSEPYAN^{1,2,3}, N.O. AVERKINA^{3,4}, E.E. TALDENKOVA^{3,4} ¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ²Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow ³Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg ⁴Lomonosov Moscow State University, Moscow

Three most common Arctic foraminifera species of the Family Cassidulinidae from the Laptev Sea sediment cores were analyzed for paleoenvironmental reconstructions. The paleontological study is focused on the morphological characteristics of aperture elements and the wall structure. The species *Cassidulina neoteretis* is considered as the Atlantic influence indicator in contrast to Arctic species *Cassidulina reniforme* and *Islandiella norcrossi. Key words*: Foraminifera, benthos, paleogeography, Arctics, Laptev Sea.

Изучение истории климата прошлого в Арктике является в последнее время особенно актуальным, это служит основой для построения моделей развития природных процессов в атмосфере и в океане. Реконструкции палеоклимата для моря Лаптевых построены на основе данных по колонкам морских осадков, в которых изучались раковины бентосных фораминифер, к ним применен палеоэкологический метод исследования. Приведены данные по распределению микрофауны в колонках с континентального склона PS2458 – 983 м, PS51/154 – 270 м, возраст основания которых составляет 17.6 кал. (календарных) тыс. лет назад (Bauch et al., 2001; Spielhagen et al., 2005).

Виды семейства Cassidulinidae d'Orbigny, 1839 являются одними из наиболее распространенных среди секреционно-известковых бентосных фораминифер в Арктике и в море Лаптевых. Исследуемые кассидулины относятся к двум родам и представлены тремя видами: *Cassidulina reniforme* Nørvang, 1945, *Cassidulina neoteretis* Seidenkrantz, 1995, *Islandiella norcrossi* (Cushman, 1933). Эти массовые виды очень важны для палеоклиматических реконструкций. В работе особое внимание уделено описанию морфологических особенностей раковин и структуре стенки.

К роду *Cassidulina* d'Orbigny, 1826 относятся фораминиферы с раковиной округлой или линзовидной формы, с зернистой структурой стенки. Планоспиральную раковину *C. reniforme* (рис. 1), с широким, закругленным периферическим краем, овальным контуром и щелевидным устьем легко диагностировать. Данный вид является оппортунистом, предпочитает холодные водные массы, широко распространен в арктической и бореальной областях (Murray, 2006).

У видов *С. neoteretis* и *I. norcrossi* схожие спирально-плоскостные, инволютные, раковины линзовидной формы с закругленным килем. В последнем обороте 8–10 пар камер, которые в проекции на боковую сторону имеют треугольную или ромбоидную форму. Иногда эти два вида объединяют друг с другом, так как при определении часто возникают трудности, связанные с изменчивостью морфологии раковины и особенностями диагностических признаков,

Структура стенки *I. norcrossi* радиально-лучистая, она показывает погасание, как единый кристалл кальцита, что можно определить под поляризационным микроскопом при

скрещенных николях. Также следует обращать внимание на строение устья. Род Islandiella Nørvang, 1958 был выделен для видов, ранее относившихся к роду Cassidulina d'Orbigny, 1826, имеющих радиально-лучистую структуру стенки и сложное строение устья с внутренними элементами (Nørvang, 1958). У *I. norcrossi* устье интермаргинальное, широкое, щелевидной или треугольной формы, часто с вторичным и первичным языками, гребенчатым зубом, губой и апертурным гребнем. При этом первичный язык, связан с фораменом предшествующей камеры.

У раковин *С. neoteretis* структура стенки при скрещенных николях показывает четкую зернистость, краевое устье в виде узкой щели, обрамленной внешними структурными элементами: губой и пластиной, которые не имеют внутреннего основания. Губу можно перепутать с гребенчатым зубом *Islandiella*, являющимся внешней частью первичного языка.

Наибольшей изменчивостью в материале с континентального склона моря Лаптевых обладают раковины *I. norcrossi*, даже в одной пробе они могут быть представлены как ювенильными (каплевидными), так и взрослыми особями, у которых варьируется размер раковины, количество камер и их соотношение в последнем обороте. Камеры имеют проекцию на боковую сторону в виде треугольников с острыми или закругленными вершинами, отмечается чередование крупных и мелких треугольников. У крупных раковин в последнем обороте камеры могут иметь форму округлых ромбов, или овалов (данные формы наиболее схожи с *C. neoteretis*). Встречаются аберрантные (измененные) модификации, когда происходит сращивание двух раковин, или появление дополнительных устьев.

Для палеоэкологического анализа важно различать *I. norcrossi* и *C. neoteretis*, для проведения более точных палеореконструкций. Вид *I. norcrossi* предпочитает холодные арктические водные массы в районах с сезонным ледовым покровом. В морях Северного Ледовитого океана он достигает максимальной численности в интервале глубин от 50 до 1200 на внешнем шельфе и континентальном склоне (Murray, 2006).

Вид *С. neoteretis* обитает на больших глубинах (200–1400 м) и является индикатором атлантических водных масс (Lubinski et al., 2001). По распределению *С. neoteretis* в осадках колонок из моря Лаптевых выделяются периоды увеличения атлантического влияния (Taldenkova et al., 2012; Овсепян и др., 2015), в то время как по распределению *І. norcrossi* таких выводов сделать нельзя. Поэтому важно проводить диагностику элементов устья у линзовидных раковин семейства Cassidulinidae и дополнительно изучать под поляризационным микроскопом структуру стенки.

В колонке PS51/154 с западного континентального склона (глубина отбора 270 м) *I. поrcrossi* является одним из массовых видов, который встречается во всех образцах, начиная с 15,4 тыс. лет назад и до современности, и показателен для нормальных морских условий (рис. 1). Вид присутствует на уровне 10–40%, максимальная численность отмечается в интервале 11,2–12 тыс. лет назад (переход от позднего дриаса к голоцену). Для этого времени характерно увеличение биоразнообразия среди бентосных фораминифер, кроме того, содержание *I. norcrossi* может свидетельствовать не только о сезонном ледовом покрове, но и о зоне продуктивности на границе таяния морского льда (Taldenkova et al., 2012; Овсепян и др., 2015).

В более глубоководной колонке PS2458 (глубина отбора 983 м) с восточной части континентального склона *I. norcrossi* также постоянно встречается в фоновом режиме, но уже в меньшем количестве, в среднем 5–20% (Чистякова и др., 2015).

Глубина положения колонок отражает различие в характере водных масс и видовом составе микрофауны. В море Лаптевых вдоль континентального склона располагаются трансформированные атлантические водные массы в интервале 150–800 м. Ядро атлантического течения обычно располагается на глубине 200–350 м (Dmitrenko et al., 2008), в этот диапазон попадает западная колонка PS51/154. Восточная колонка PS2458 находится ниже, под атлантическим течением.

Видом-индикатором атлантических вод считается *С. neoteretis*, он характерен для больших глубин, чем *I. norcrossi*. В разрезе более глубоководной колонки PS2458 *С. neoteretis* встречается постоянно с самого основания, достигая 60% после 16.5 кал. тыс. лет назад (Чистякова и др., 2015). Он предпочитает промежуточный водный горизонт под атлантическим течением на глубинах ниже 800 м. Вероятно, это связано с особым составом питательных веществ поступающих на эту глубину из вышележащего слоя.

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Графики изменения процентного содержания фораминфер *I. norcrossi, C. neoteretis, C. reniforme* в зависимости от календарного возраста (кал. тыс. лет назад) в колонках с западного PS51/154 (глубина отбора 270 м) и восточного PS2458 (глубина отбора 983 м) континентального склона моря Лаптевых. Фотографии фораминифер сделаны на электронном микроскопе

Начиная с ранней дегляциации (Чистякова и др., 2015) в колонке PS2458 по виду-индикатору *С. neoteretis* можно судить о постоянном присутствии атлантических вод на континентальном склоне моря Лаптевых. В то же время для колонки PS51/154 по появлению данного вида выделены периоды наибольшей интенсивности подповерхностного атлантического течения 12,0–14,7 и 2–5,4 кал. тыс. лет назад (они также совпадают с увеличением содержания *С. neoteretis* в PS2458) (Рис.1).

Оппортунистический арктический вид *C. reniforme* постоянно присутствует в обеих колонках с континентального склона. В колонке PS51/154 около 13 кал. тыс. лет назад отмечается моновидовой пик *C. reniforme* (98%), он соотносится по времени с резким сокращением фораминифер в колонке PS2458, а также по значительному снижению значений изотопнокислородного состава карбоната планктонных раковин (Spielhagen et al., 2005). Это может быть свидетельством события сильного опреснения, которое связывают с похолоданием позднего дриаса, что наблюдается и в других районах Арктики (Murton et al., 2010).

После 12 кал. тыс. лет назад в обеих колонках отмечается смена фауны бентосных фораминифер (рис. 1). В колонке PS51/154 *C. neoteretis* пропадает, и вместо нее доминируют *I. norcrossi* и *C. reniforme*. В колонке PS2458 вместо *C. neoteretis* преобладающим видом до середины голоцена становится *C. reniforme*. В этот период (5,4–12,0 кал. тыс. лет назад) отмечается наименьшее влияние атлантического течения на континентальный склон моря Лаптевых (Taldenkova et al., 2012; Овсепян и др., 2015).

Работа выполнена в рамках бюджетной темы ГИН РАН № 116032510034 (тема ФАНО № 0135-2015-0034) "Мезозойские и кайнозойские биособытия в Аркто-бореальной области и их корреляция на основе исследования этапности развития микроорганизмов", а также по российско-германскому проекту № RFMEFI61617X0076 «Изменчивость Арктической Трансполярной системы» (CATS).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Овсепян Я.С., Талденкова Е.Е., Баух Х.А., Кандиано Е.С. Реконструкция событий позднего плейстоценаголоцена на континентальном склоне моря Лаптевых по комплексам бентосных и планктонных фораминифер // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2015. Т. 23, № 6. С. 964–112.

Чистякова Н.О., Овсепян Я.С., Талденкова Е.Е. и др. Комплексы фораминифер из послеледниковых и голоценовых осадков колонок PS2458 и PS51/118, восточный континентальный склон моря Лаптевых // Актуальные проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена: Материалы Всероссийской конференции «Марковские чтения 2015 года» / Ред. Болиховская Н.С., Клювиткина Т.С. М.: Географический факультет МГУ, 2015. С. 222–225.

Bauch H.A., Mueller-Lupp T., Taldenkova E. et al. Chronology of the Holocene transgression at the North Siberian margin // Global Planet. Change. 2001. V. 31. P. 125–139.

Dmitrenko I.A., Polyakov I.V., Kirillov S.A. et al. Toward a warmer Arctic Ocean: Spreading of an early 21st century Atlantic Water warm anomaly along the Eurasian Basin margin // J. Geophys. Res. 2008. V. 113. N C05023. P. 1–13.

Lubinski D.J., Polyak L.A., Forman S.L. Freshwater and Atlantic water inflows to the deep northern Barents and Kara seas since ca 13 ¹⁴C ka: foraminifera and stable isotopes // Quaternary Sci. Rev. 2001. V. 20. P. 1851–1879.

Murray J. Ecology and application of benthic Foraminifera. Cambridge University Press, New York, 2006. 426 p. Murton J.B., Bateman M.D., Dallimore S.R. et al. Identification of Younger Dryas outburst flood path from Lake Agassiz to the Arctic Ocean // Nature. 2010. V. 464. P. 740–743.

Nørvang A. Islandiella and Cassidulina D'Orbigny // Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 1958. V. 120. P. 25-41.

Spielhagen R.F., Erlenkeuser H., Siegert C. History of freshwater runoff across the Laptev Sea (Arctic) during the last deglaciation // Global Planet. Change. 2005. V. 48. P. 187–207.

Taldenkova E., Bauch H.A., Stepanova A. et al. Benthic community changes at the North Siberian margin in response to Atlantic water mass variability since last deglacial times // Mar. Micropaleontol. 2012. V. 96–97. P. 13–28.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРАМИНИФЕР В КОЛОНКЕ АИ-3521, СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ КОНТИНЕНТАЛЬНАЯ ОКРАИНА ШОТЛАНДИИ

Я.С. Овсепян^{1,2,3}, Е.А. Новичкова², А.В. Тихонова², Н.В. Козина², С.А. Корсун^{2,4}, А.Г. Матуль²

¹Геологический институт РАН, Москва, yaovsepyan@yandex.ru ²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, enovichkova@mail.ru, semeonka@gmail.com ³Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург ⁴Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, s_korsun@ocean.ru

FORAMINIFERA DISTRIBUTION FROM THE SEDIMENT CORE AI-3521 FROM THE NORTH-EAST SCOTLAND CONTINENTAL MARGIN

YA.S. OVSEPYAN^{1,2,3}, YE.A. NOVICHKOVA², A.V. TIKHONOVA², N.V. KOZINA², S.A. KORSUN^{2,4}, A.G. MATUL² ¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ²Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow ³Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg ⁴St. Petersburg State University, St. Petersburg

The preliminary distribution of foraminifera assemblages was described from the sediment core AI-3521 from the North-East Scotland continental margin. The stratigraphy is based on the distribution of planktic foraminifera *Neogloboquadrina pachyderma* sin. and ice rafted debris. The most abundant benthic species is *Cassidulina neoteretis*, which indicates the presence of the warm subsurface North Atlantic Current. *Key words*: Foraminifera, North Atlantic, Holocene, Pleistocene.

Одним из ключевых районов в глобальной системе океанической циркуляции является Северная Атлантика. Здесь происходит взаимодействие теплых водных масс, переносимых из тропических районов системой поверхностных и глубинных течений, с холодными и опресненными водами, осуществляющими вынос льда и айсбергов из Арктики. Смещение баланса в этой системе во многом определяет условия окружающей среды, вызывая изменения температуры, солености и биопродуктивности водной толщи. Колонки морских осадков позволяют изучать изменения океанологических и климатических условий прошлого.

В работе приводятся предварительные данные по колонке АИ-3521 полученной в 51-м рейсе НИС «Академик Иоффе» в 2016 г. Место отбора колонки расположено на северо-восточном континентальном склоне Шотландии (59°30,009 N, 7°20,062 W, глубина моря 1051 м), в зоне влияния восточной ветви Северо–Атлантического течения. Изучение колонки позволяет реконструировать интенсивность этого течения и изменения окружающей среды на протяжении последних двух ледниковых циклов.

Длина колонки составляет 412 см. Предварительное литологическое описание разреза проводилось на борту судна по методике, принятой в ИО РАН (Лисицын, Петелин, 1957). Нижняя часть колонки (170–414 см) представлена пелитовым илом темно-серо-коричневого цвета. По всему разрезу встречены раковины планктонных и бентосных фораминифер, остракод и моллюсков. Верхние 170 см колонки донных осадков сложены алеврито-пелитовым илом от светло-оливково-коричневого до темно-серо-коричневого цвета с примесью фораминифер песчаной размерности (Клювиткин и др., 2017).

Колонка разобрана на образцы мощностью 1 см через каждые 10 см для проведения литологических и микропалеонтологических исследований. Образцы, которые были предварительно заморожены и высушены, взвешены для определения веса сухого непромытого осадка. Осадок промыт через сито > 63 мкм, определен вес песчаной фракции.

В 43 образцах во фракции > 100 мкм подсчитано процентное содержание холодноводного вида планктонных фораминифер *Neogloboquadrina pachyderma* sinistral (Ehrenberg, 1861), который доминировал в фауне на протяжении ледниковых эпох (Ericson, 1959). Во фракции > 250 мкм подсчитаны зерна кварца и других минералов. Данные по материалу ледового разноса (IRD) сопоставлены с процентным содержанием вида *N. pachyderma* sin., по этому принципу построена стратиграфия колонки, охватывающая два последних ледниковых цикла.

Во фракции > 100 мкм определен состав бентосных фораминифер. На протяжении всего разреза отмечается постоянное присутствие *Cassidulina neoteretis* Seidenkrantz от 5 до 95%. Данный вид приурочен к подповерхностным атлантическим водным массам, которые проходят в непосредственной близости от места расположения колонки (Rasmussen et al., 1996).

В интервале А 412–300 см содержание материала ледового разноса достаточно низкое, на уровне 10–20 зерен на 1 г осадка (рис. 1). Не сильно доминирует *N. pachyderma* sin., его доля составляет 65-95%, что может соответствовать условиям межледниковья. Весьма разнообразны тепловодные планктонные фораминиферы: *Globigerina bulloides* d'Orbigny, *Turborotalita quinqueloba* (Natland), *N. pachyderma* dextral (Ehrenberg), *Globorotalia scitula* (Brady), *Globigerinita glutinata* (Egger), *Orbulina universa* d'Orbigny. Среди бентосных фораминифер также наблюдается высокое биоразнообразие: кроме *C. neoteretis* встречаются *Haynesina orbiculare* (Brady), *Melonis barleeanus* (Williamson), *Cassidulina reniforme* Nørwang. Все это говорит о том, что условия были умеренно тепловодными.



Рис. 1. Распределение в колонке АИ-3521 песчаной фракции (%), материала ледового разноса, IRD (шт./1 г сухого осадка), раковин *N. расhyderma* sin. (%). Буквами отмечены выделенные в колонке интервалы

Горизонт Б 300–150 см с максимальным содержанием IRD (до 97 зерен на 1 г осадка) и максимумом *N. pachyderma* sin. (98%), по всей вероятности, соответствует холодной ледниковой эпохе. Низкое разнообразие также присуще бентосному сообществу, где преобладает *C. neoteretis* на уровне 90–95%.

В интервале В 100–150 см зерна кварца и обломки пород практически отсутствуют. Наблюдается увеличение доли тепловодных видов среди планктона, а также увеличение биоразнообразия в бентосном сообществе. Однако отмечается единичный максимум содержания *N. pachyderma* sin. (до 70%): такие изменения в составе фауны могли происходить в эпоху дегляциации. Возможно, это связано с отступлением полярного фронта далеко на север от места расположения колонки.

Выше по разрезу в интервале Г 30–100 см вновь появляется материал ледового разноса (в среднем 20 зерен на 1 г осадка), на уровне 60–40 см наблюдается его пик (до 50 зерен на 1 г). Среди планктонных фораминифер сильно возрастает таксономическое разнообразие. К встреченным ранее тепловодным видам добавляются *Globorotalia hirsuta* (d'Orbigny) и *Globorotalia truncatulinoides* (d'Orbigny), а *N. pachyderma* sin. составляет 5-50%. Среди бентосных фораминифер часто встречаются *Epistominella exigua* (Brady), *Alabaminella weddellensis* (Earland), *Gyroidina neosoldanii* Brotzen, *Oridorsalis tener* (Brady), *Uvigerina peregrina* Cushman, *Stainforthia fusiformis* (Williamson), *M. barleeanus, C. reniforme, H. orbiculare,* в то время как *С. neoteretis* снижается до уровня 10%. Вероятно, данный интервал накопился во время первой половины голоцена.

В верхних 30 см осадка колонки (интервал Д) материал ледового разноса на низком уровне (максимум 20 зерен на 1 г осадка), при этом содержание карбоната кальция максимальное в колонке (до 37%). Верхние 30 см осадка колонки наиболее богаты фауной. Среди бентоса встречены также раковины агглютинирующих фораминифер. В комплексе планктона доминирует *G. bulloides* (40–60%), также встречается множество тепловодных видов, как и в предыдущем интервале. В верхней части почти отсутствуют раковины полярного вида планктонных фораминифер. Все это может свидетельствовать о том, что отложения накопились во второй половине голоцена.

На следующем этапе изучения разреза на основе радиоуглеродных датировок и данных по изотопному составу раковин планктонных и бентосных фораминифер будет построена возрастная модель колонки АИ-3521. Это позволит уточнить стратиграфические интервалы и провести более детальные палеоокеанологические реконструкции.

Авторы признательны академику А.П. Лисицыну за предоставленный для исследования материал. Микропалеонтологическое изучение колонки проведено в рамках проекта РНФ 16-47-02009, литологическое – по проекту РНФ 14-50-00095.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Клювиткин А.А., Политова Н.В., Новигатский А.Н. и др. Геологические исследования Северной Атлантики в 51-м рейсе «Академик Иоффе» // Океанология. 2017. Т. 5, № 3. С. 514–516.

Лисицын А.П., Петелин В.П. К методике предварительной обработки проб морских осадков в судовых условиях // Тр. Ин-та океанологии. 1956. Т. 19. С. 240–251.

Ericson D.B. Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index // Science. 1959. V. 130. P. 219–220.

Rasmussen T.L., Thomsen E., Labeyrie L., van Weering T.C.E. Circulation changes in the Faeroe-Shetland Channel correlating with cold events during the last glacial period (58–10 ka) // Geology. 1996. V. 24. P. 937–940.

НОНИОНИДЫ СНАТОЛЬСКОЙ СВИТЫ В УВУЧИНСКОМ РАЗРЕЗЕ ОХОТОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

Д.М. Ольшанецкий

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

NONIONIDS IN UVUCH SECTION OF THE WESTERN KAMCHATKA SEA OKHOTSK COAST

D.M. Olshanetskiy

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The rich assemblage of calcareous and agglutinated benthic Foraminifera was found in Uvuch shore section in the Western Kamchatka. This assemblage was studied with a new method which allows to take photos of the same specimens in optical and electron beam microscopes. That remarkably increased the assemblage recognizability and allowed to make the conclusion of it middle Eocene age. *Key words:* Foraminifera, Eocene, Western Kamchatka.

В работе описан комплекс агглютинирующих и секреционных бентосных фораминифер, полученный из отложений нижней части тигильской серии в береговом разрезе г. Увуч (рис. 1). Увучинский разрез является наиболее южным морским стратотипическим разрезом. Он расположен на побережье Охотского моря в бухте Квачина. Отложения, содержащие описываемый комплекс, залегаютс резким угловым несогласием на сильно дислоцированных породах мелового(?) возраста (рис. 2). В морском береговом обрыве обнажается ядро антиклинальной складки, сложенной верхнемеловыми песчаниками майначской свиты. Выше с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегает терригенная толща переслаивающихся конгломератов и песчаников, относимая к снатольской свите (Гладенков и др., 1991), палеогеновые и неогеновые свиты характеризуются сокращенными мощностями. Этап накопления снатольской свиты является ключевым для Западно-Камчатского осадочного бассейна, в это время происходит заложение прогиба.



Рис. 1. Расположение разреза Увуч

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 2. Литологическая характеристика и уровни отбора образцов

Целью данного исследования является изучение нонионид и других форм бентосных фораминифер берегового разреза г. Увуч. Для этого был применен комплекс традиционных и новых методов изучения морфологии этих двусторонне-симметричных форм. Выяснение систематического состава комплекса бентосных фораминифер произведено методом фотографирования раковин в сканирующем микроскопе FEI Tecnai G2 200kV Transmission Electron Microscope, на базе лаборатории микроскопии НИЦ Курчатовский институт. Данный микроскоп позволяет осуществлять съемку раковин без напыления их поверхности золотом или графитом. С одной стороны, это позволяет избежать артефактов, неизбежно появляющихся при напылении образцов золотом и придающих изображениям характерный вид снимков на СЭМ. С другой стороны, неопыленные образцы остаются пригодными для изучения и съемки под оптическим микроскопом. Все полученные образцы были зафиксированы с разных ракурсов при помощи оптического микроскопа и СЭМ. Преимуществом такого подхода является возможность выявить наибольшее количество диагностических признаков и значительно повысить узнаваемость комплексов. Кроме того, качественных изображений изучаемых нонионид на сегодняшний день исключительно мало. В результате применения данного метода был получен важный материал для установления родовой и видовой принадлежности бентосных фораминифер.



Рис. 3. Фораминиферы из обр. от-08-13uv

В комплексе доминирующую роль играют нониониды, находки которых приурочены к нижней части тигильской серии, а именно к предположительно снатольской свите (Гладенков, 2016). Раковины фораминифер были обнаружены в трех образцах – om-08-9uv, om-08-13uv и om-08-15uv, причем наиболее богатый комплекс был выявлен в образце 15. В образце om-08-9uv комплекс представлен только огромными (до 1 мм) раковинами цикламин (рис. 3). В образце om-08-13uv он становится заметно разнообразнее и представлен в основном аммодискусами, гаплофрагмоидасами, псевдогландулинами с доминированием также очень крупных (до 0,5 мм) эпонидосов (рис. 4). Комплекс в образце om-08-15uv самый разнообразный, и в нем доминирующую роль играют также весьма крупные крибрононионы, достигающие в диаметре 0,5 мм (рис. 5). Также здесь широко встречены различные булимины, алабамины, аномалины и цибицидосы (рис. 6). Изменения состава комплекса характерны для постепенного углубления бассейна.

Из образцов, отобранных автором, были выделены комплексы органикостенного фитопланктона, с некоторой натяжкой указывающие на позднепалеоценовый- раннеэоценовый возраст (Запорожец и др., 2015). Однако исследования нонионид в различных районах снатольской свиты указывают на среднеэоценовый возраст. Так в снатольской части тигильской серии Паланского структурно-фациального района в береговых обрывах от мыса Пятибратского до устья р. Пятибратской обнаружены крибрононионы *Cribrononion dvalii Volosh., С. saitoi Asano et Murata* и криброэльфидиумы *Cribroelphidium sumitomoi Asano et Murata*. Они были зафиксированы наряду с моллюсками, характерными для снатольской свиты Тигильского района. Многочисленный комплекс высокоширотных планктонных среднеэоценовых фораминифер был зафиксирован на том же стратиграфическом уровне, к северу и к



Рис. 4. Доминантные формы, обр. от-08-15uv



Рис. 5. Домининтные формы, обр. от-08-15uv



Рис. 6. Характерные формы комплекса, обр. от-08-15uv

югу от устья р. Анадырки (Серова, 1969). Здесь он способствовал уточнению возрастного положения снатольской свиты (Крашенинников и др., 1988). Таким образом, возраст описываемого комплекса оценивается как среднеэоценовый. Развитие комплекса по нашим данным свидетельствует об углублении бассейна в это время.

Дальнейшее детальное изучение обнаруженного комплекса способствует решению ряда актуальных проблем палеонтологии, стратиграфии, геологической корреляции, а также воссоздания палеообстановок и истории развития охотоморского бассейна в среднем-позднем эоцене.

Работа выполнена по теме государственного задания № 0135-2015-0034 Геологического института РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н., Шанцер А.Е. и др. Эоцен Западной Камчатки // Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 467. М.: Наука, 1991. 234 с.

Гладенков Ю.Б. Расчленение опорного разреза кайнозоя бухты Квачина Западной Камчатки и проблемы его корреляции // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24, № 6. С. 101–113.

Запорожец Н.И., Ахметьев М.А., Витухин Д.И. и др. Шкала морского палеогена Западной Камчатки (Тигильский район) по диноцистам // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2015. Т. 90, вып. 1. С. 18–41.

Крашенинников В.А., Серова М.Я., Басов И.А. Стратиграфия и планктонные фораминиферы палеогена высоких широт Тихого океана // Тр. Геол. ин-та АН СССР. Вып. 429. М.: Наука, 1988. 120 с.

Серова М.Я. Среднезоценовые планктонные фораминиферы Западной Камчатки // Вопросы микропалеон-тологии. 1969. Вып. 12. С. 145–166.

ИЗМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ФОРАМИНИФЕР РАННЕГО МИОЦЕНА В РАЗРЕЗЕ Р. БЕЛОЙ (ЗАПАДНОЕ ПРЕДКАВКАЗЬЕ)

Т.Н. Пинчук

Кубанский государственный университет, Краснодар, pinchukt@mail.ru

CHANGES OF THE FORMINIFERAL ASSEMBLAGES OF THE EARLY MIOCENE SECTION OF BELAYA RIVER (WESTERN CIS-CAUCASUS)

T.N. PINCHUK

Kuban State University, Krasnodar

Study of samples from the outcrop of the Belaya River to showed a significant change in the assemblages of planktonic and benthic foraminifers in terms of their quantitative and qualitative composition, which is due to changes of basin conditions during the Early Miocene time. The plankton species were the first to be most quickly settled in the upper layers of the water. When the normal gas regime was restored in the bottom layers of the basin (after the anoxia of Maikopian basin), the benthic species became live at depth. The change from the Maikopian to of the Tarkhanian foraminiferal assemblages occurred swiftly, it is associated not only with the opening of the straits and the improvement of connections with normal basins, but probably with a sharp warming of the climate, which allowed a mass arrival of the thermophilic plankton and benthos to spread throughout Eastern Paratethys.

Key words: Foraminifera, plankton, benthos, Maikopian, Tarkhanian, Lower Miocene.

На протяжении раннего миоцена территория Западного Предкавказья была покрыта водами морского бассейна Восточный Паратетис, который характеризовался частыми изменениями гидрологического режима. В течение неогена он неоднократно соединялся со Средиземноморьем, осолонялся и заселялся морской фауной, а затем вновь терял эту связь и опреснялся. Смена гидрологического режима, отражавшаяся на особенностях осадконакопления и развития фауны и флоры в бассейне, явилась основой стратиграфического расчленения неогеновых отложений Восточного Паратетиса и реконструкции условий осадконакопления. Эти проблемы были освещены в работах А.К. Богдановича (1965), Б.П. Жижченко, Л.А. Невесской, Л.С. Тер-Григорьянц (1961), Н.Н. Субботиной и многих других.

В начале раннего миоцена бассейн Восточного Паратетиса имел связь с бассейнами Западного Паратетиса и Средиземноморья, о чем свидетельствует присутствие в осадках общих видов фауны. В конце сакараульского века начался регрессивный цикл бассейна Восточного Паратетиса. В это время глубоководные условия сохранились только в зоне передовых прогибов Западного Предкавказья, на севере территории развивались шельфовые отложения. В коцахурском веке, в период регрессии, бассейн сократился в своих границах и претерпел резкое опреснение, нарушились связи с океаническими бассейнами. В разрезе на р. Белой ранее были выделены – восковогорская свита верхнего олигоцена и глинисто-сидеритовая свита нижнего миоцена. Восковогорская свита сопоставляется верхами кавказского региояруса и низами сакарульского, а глинисто-сидеритовая свита с ольгинской и рицевской свитами Центрального Предкавказья или низами сакараульского и коцахурского региоярусов (Белуженко, 2014). Верхнемайкопские отложения сложены неизвестковистыми глинами с и сидеритовыми конкрециями и характеризуются бедной фауной фораминифер. Выше верхнемайкопские отложения перекрыты тарханскими образованиями (рис. 1).

При исследовании проб по разрезу р. Белой, взятых летом 2017 года, в нижних слоях восковогорской свиты (аналогов караджалкинской и ольгинской свит) был найден комплекс фораминифер Spiroplectammina aff. terekensis Bogdanovich, Trochammina depressa Subbotina, Baggina sp., Cibicidoides aff. pseudoungerianus (Cushman), Cibicides almaensis (Samoilova), Caucasina aff. buliminoides Bogdanovich, Globigerina praebulloides Leroyi Blow et Bannet, Globigerina yeguaensis Weinzierl et Applin, Globorotalia sp., Guembelina gracillima (Andrea). В комплексе присутствуют виды, характерные для олигоцена и низов раннего миоцена. Комплекс характерен погруженному шельфу или верхней части сублиторали полносоленого бассейна. Выше по разрезу комплекс фораминифер обедняется и представлен редкими Lagena sp., Qu-inqueloculina sp., Globigerina aff. parva Bolli, G. ouachitaensis ouachitaensis Howe et Wallace, Globigerina sp.

Глинисто-сидеритовая свита (аналог рицевской свиты) представлена неизвестковистыми глинами с частым отсутствием микрофауны и с редкими находками бедного комплекса фораминифер опресненного бассейна слоев с Saccammina zuramakensis.

При исследовании проб, взятых на 4 м ниже границы майкопских и тарханских отложений, зафиксировано первое появление в отобранных образцах мелких раковин планктонных форм, представителей рода *Globigerina*. На этом уровне появились переходные слои, представленные чередованием слоев с Saccammina zuramakensis (с бентосными фораминиферами) и слоев с мелкими раковинами *Globigerina* (планктонными фораминиферами). Вероятно, при их образовании в опресненный майкопский бассейн начала поступать планктонная фауна поверхностными течениями, которая затем сопровождалась значительной гибелью. В случае, когда виды, характерные для определенных условий обитания, встречаются в других, не свойственных им обычно условиях (в отношении солености или глубин), объяснение можно искать в притоке в данный бассейн вод иного происхождения (течений), а именно связей с полносолеными бассейнами.

Переход от неизвестковистых глин майкопа к карбонатным глинам и мергелю тарханского региояруса непрерывный, без признаков несогласия. Только под «тарханским мергелем», который является границей между майкопом и тарханом (Богданович, 1965), найдена богатая микрофауна с массой планктонных и бентосных фораминифер полносоленого бассейна. Комплекс содержит: *Textularia tarchanensis* Subbotina, *Textularia* sp., *Siphonoperta mediterranensis* (Bogdanovich), *Siphonoperta* sp., *Lenticulina* aff. *inornata* (d'Orbigny), *Sigmoilina haidingerii* (Orbigny), *S. tenuis* (Cžjžek), *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny, *Q. bouena d'Orbigny*, *Q. consobrina* (d'Orbigny), *Q. gracilis* Karrer, *Q. gracilissima* (Bogdanovich), *Q.ungeriana* (d'Orbigny), *Q. selene* (Karrer), *Ammonia* ex gr. *beccarii* (Linne), *Florilus boueanus* (d'Orbigny), *Nonion bogdanowiczi* Voloshina, *Neobulimina* aff. *elongata* (d'Orbigny), *Bolivina* aff. *antiqua* d'Orbigny, *B. tarchanensis* Subbotina et Khutsieva, *Globigerina tarchanensis* Subbotina et Chutzieva, *G. bulloides* Orbigny и др.



Рис. 1. Схема расположения разреза по р. Белой и точки отбора проб
Наиболее интересны находки раковин рода *Textularia*, у которых стенка сложена мелкими раковинами глобигерин (рис. 2, фиг. 1). Также мелкие глобигерины были встречены в стенках раковин *Siphonoperta mediterranensis* (рис. 2, фиг. 2). Вероятно, приход более соленолюбивых планктонных видов глобигерин в более пресные воды сопровождался их значительной гибелью. Планктонные виды падали на дно бассейна и являлись обломочным материалом, из которого строили свои раковины агглютинирующие виды.

Изучение образцов из обнажения p. Белой показало значительное изменение комплексов планктонных и бентосных фораминифер по количественному и качественному составу, что связано как с изменениями их в течение раннего миоцена, так и указывает на различия условий обитания. Первыми наиболее быстро заселялись в верхних слоях вод планктонные виды, по мере восстановления нормального газового режима в придонных слоях бассейна, после аноксии майкопского времени, обживались на глубине бентосные виды.

Раннетарханская трансгрессия привела к восстановлению в бассейне Восточного Паратетиса морской биоты средиземноморско-атлантического происхождения, которая существовала в верхнем олигоцене (среднем майкопе). Тарханский бассейн имел соленость выше 30‰. Незначительный эндемизм тарханской фауны (10–12%) свидетельствует о хорошем фаунистическом обмене между Западным и Восточным Паратетисом и Средиземноморьем в конце бурдигала – начале лангия (Попов и др., 2010). В позднем тархане началась некоторая затрудненность связей с соседними морскими бассейнами. Резкое изменение комплексов фораминифер майкопа на тарханскую произошло стремительно относительно геологического времени, оно связано не только с открытием проливов и улучшением связей с соседними бассейнами, но, вероятно, и с резким потеплением климата, что позволило массовому приходу теплолюбимому планктону и бентосу распространиться по всему Восточному Паратетису.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 17-05-00047.



Фото 1. Textularia, стенка из мелких раковин глобигерин



Фото 2.. Siphonoperta mediterranensis (Bogdanovich)

Рис. 2 Фотографии фораминифер из пробы ВК 145 по разрезу р. Белой на границе с майкопом под тарханским мергелем

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белуженко Е.В., Филиппова Н.Ю., Письменная Н.С. Маркирующие горизонты олигоцен – нижнемиоценовых (майкопских) отложений Северного Кавказа и Предкавказья // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2014. Т. 89, вып. 1. С. 21–35.

Богданович А.К. Стратиграфическое и фациальное распределение фораминифер в миоцене Западного Предкавазья и вопросы их генезиса // Фауна, стратиграфия и литология мезозойских и кайнозойских отложений Краснодарского края. Л: Недра, 1965. С. 300–350.

Попов С.В., Антипов М.П., Застрожнов А.С. и др. Колебания уровня моря на северном шельфе Восточного Паратетиса в олигоцене – неогене // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18, № 2. С. 3–26.

Тер-Григорьянц Л.С. Стратиграфическое расчленение майкопских отложений Северного Ставрополья // Тр. ВНИГНИ. 1961. Вып. 30. С. 263–273.

СИСТЕМА ФОРАМИНИФЕР (ПРОЕКТ)

В.М. Подобина

Томский государственный университет, Томск, podobina@ggf.tsu.ru

FORAMINIFERA SYSTEM (PROJECT)

V.M. PODOBINA

Tomsk State University, Tomsk

Author offer Foraminifera system, belong to classis d'Orbigny, 1826. This system consist of 15 subclasses, 13 from their earlier were know in range of orders (Base of Paleontology, 1959). Subclass of Textulariata Mikhalevich, 1980, also known in Maslakova system (1990) was divided by author on six subclasses (Podobina, 2015), due to using five for this system.

Key words: Foraminifera, system, classis, 15 subclasses.

Автором данной работы предложена система фораминифер, относящаяся к классу d'Orbigny, 1826, содержащая 15 подклассов, 13 из которых ранее были известны в ранге отрядов (Основы палеонтологии ..., 1959). А.В. Фурсенко (1978) рекомендовал отечественным исследователям при разработке системы этих организмов брать за основу данный справочник. Эти рекомендации учтены в предлагаемой системе, где известные соподчиненные отряды, реже семейства, повышены в ранге до 15 подклассов. При этом автор использовала в предлагаемой системе фораминифер, помимо морфологического, еще четыре критерия: онто-филогенетический, геохронологический, палеогеографический и палеобиогеографический.

Многие годы автор изучала ископаемые фораминиферы (Подобина, 1966, 1975, 1978, 1989, 1995, 1998, 2000, 2009, 2015 и сотни статей) и поддерживает исследования Н.И. Маслаковой (1990), опубликовавшей значительно уточненную систему. Однако такой подкласс, как Textulariata Mikhalevich, 1980, который также представлен в системе Н.И. Маслаковой и в классификации агглютинированных фораминифер М. Каминского (Kaminski, 2004) может быть разделен на ряд самостоятельных подклассов. Поэтому в этом подклассе (Textulariata) присутствуют разнородные отряды, которые по химическому составу, микроструктуре стенки, способу образования стенки и спирали и дополнительно указанным четырем критериям могут быть выделены в ряд самостоятельных шесть подклассов – Astrorhiziata, Ammodisciata, Rzehakiniata, Textulariata (таксон такого же названия, но объединяет другие соподчиненные отряды), а также Ataxophragmiata и Orbitoliata. Кроме того, из подкласса Rotaliiata автором отделены два подкласса: Buliminata и Nummulitiata. Таким образом, автором добавлены восемь к ранее уже известным подклассам (Маслакова, 1990; Подобина, 2014, 2015). Эти таксоны, или новые подклассы, по мнению автора данной работы, по всем критериям согласуются с отрядами и надсемействами или семействами, ранее предложенными под руководством Д.М. Раузер-Черноусовой и А.В. Фурсенко (Основы палеонтологии, 1959; Фурсенко, 1978). Автор со своей стороны, как указывалось, увеличила число подклассов и отрядов, имевших ранее в известных сводках фораминифер ранг указанных таксонов (Основы палеонтологии ..., 1959; Маслакова, 1990; Маслакова, Горбачик, 1995).

Предлагаемая система фораминифер основывается на исследованиях автора и вышеупомянутых ученых с изменениями и дополнениями (Табл.1).

В монографии (Подобина, 2015) дано краткое описание всех подклассов и отрядов, установленных как автором, так и другими исследователями. Описания таксонов сопровождаются краткими сведениями по морфологии раковин, составу и микроструктуре стенки, стратиграфическом интервале их развития, фациальной приуроченности и связи с определенными палеобиогеографическими подразделениями.

К подклассу Ammodisciata Podobina, 2014 отнесен новый отряд Haplophragmiida Podobina, 2014, выделенный из литуолид по химическому составу, микроструктуре стенки (агглютинированная кварцево-кремнистая) и морфологическому строению раковин. При этом учтены другие морфологические особенности раковин, а также вышеуказанные критерии (Подобина, 1978, 1995, 1998, 2014, 2015; Podobina, 1993). Предлагаемая автором уточненная

система фораминифер близка к известной системе (Основы палеонтологии ..., 1959), которую мы обычно используем в повседневной научной и практической работе.

Таблица 1. Система фораминифер (высшие таксоны)



По мнению А.В. Фурсенко (1978) и автора данной статьи (Подобина, 1978, 1998, 2000, 2014, 2015) при решении задач систематики фораминифер на палеонтологическом материале нельзя исходить из какого-либо одного критерия, как правило, морфологического. Необходимо принимать во внимание совокупность всех вышеуказанных пяти критериев, так как исследуются и вымершие таксоны.

В последние годы разработана новая классификация фораминифер, основанная на молекулярных исследованиях (Pawlowski et al., 2013). Установлены два новых класса – Globothalamea и Tubothalamea в типе Foraminifera d'Orbigny, 1826. Некоторые весьма распространенные отряды (Lagenida, Fusulinida и Involutinida) оставлены как "incertae sedis", т.е. группы форм неясного систематического положения. Таким образом, эта классификация нуждается в дальнейших основательных исследованиях и тогда, возможно, будет рассмотрена как одна из надежных систем.

В работе автора (Подобина, 2015) представлены результаты исследования филогении 15 подклассов фораминифер и намечены 5 этапов в их развитии, связанных с завершением известных эпох тектогенеза (рис. 1). Положение соподчиненных таксонов – надсемейств, семейств, подсемейств и родов – в дальнейшем также должно быть уточнено на основании исследования отдельных групп фораминифер. При установлении новых подклассов автор стремилась придерживаться системы, сформированной под руководством Д.М.Раузер-Черноусовой и А.В. Фурсенко (1978), надеясь на дальнейшие исследования, которые будут основываться на отечественной классификации. Автором использованы также отдельные таксоны из известной американской системы (Loeblich, Tappan, 1964, 1987). Следовательно, по мере изучения и сопоставления фораминифер с использованием известных критериев будет совершенствоваться предлагаемая система фораминифер, но при этом необходимо учитывать сведения о химическом составе, микроструктуре стенки.

Периоды	Границы	Подклассы форан								иинифер*						
млн. лет	млн. лет	4	5	6	7	8	9	10	1	11	12	13	14	15		
Q 2,6	2,6			а				ata	and a second		ata	ta	ata	4		
N 22,0	24,6		g	ial				cini		ta	rine	ina	rillin	5		
₽ 40,4	65,0	ta	at	m	ate		ta	ha	ata	lia	ige	lim	Spi	Z		
К 79,0	144,0	na	ari	rag	ina		1a	Rze	scie	ote	100	Bψ		4		
J 69,0	213,0	g e	ul	0 4	01	ta	lic		dis	R	51					
T 35,0	248,0	La	xt	xo	bit	lina	Mi		mç		3)					
P 38,0	286,0		Te	lta	Or	-usu			An							
C 74,0	360,0			4		1										
D 10.0	400.0							11	11							
40,0 S	100,0	-														
30,0	470,0															
0					4											
69,0	500,0					_										
E								(1							
40,0	540,0	-						,	0							

Рис. 1. Схема филогении класса фораминифер * Подклассы Allogromiata и Astrorhiziata – появление с конца докембрия и существование на протяжении фанерозоя. От них – начало подкласса Ammodisciata: 1-й этап – появление трех подклассов и существование до ныне. 2-й этап – появление 6 подклассов (4-9) с О и S, расцвет с D. 3-й этап – появление 4 подклассов (10-13) с T, расцвет с J и K. 4-й этап – появление 2 подклассов (14; 53) с конца K, расцвет в Р (эоцен). 5-й этап – вымирание 2 подклассов (7; 15) в эоцене, появление новых таксонов глобигеринид

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Маслакова Н.И. Критерии выделения высших таксонов фораминифер // Систематика и филогения беспозвоночных / под ред. В. В. Меннера. М.: Наука, 1990. С. 22–27.

Основы палеонтологии. Общая часть. Простейшие. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 111-367.

Подобина В.М. Фораминиферы верхнего мела Западно-Сибирской низменности. М.: Наука, 1966. 148 с.

Подобина В.М. Фораминиферы верхнего мела и палеогена Западно-Сибирской низменности, их значение для стратиграфии. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1975. 163 с.

Подобина В.М. Систематика и филогения гаплофрагмиидей. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1978. 91 с.

Подобина В.М. Фораминиферы и зональная стратиграфия верхнего мела Западной Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1989. 175 с.

Подобина В.М. Нодозарииды позднего мела Западной Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1995. 203 с.

Подобина В.М. Фораминиферы и биостратиграфия палеогена Западной Сибири. Томск: Изд-во НТЛ, 1998. 338 с.

Подобина В.М. Фораминиферы и биостратиграфия верхнего мела Западной Сибири. Томск: Изд-во НТЛ, 2000. 388 с.

Подобина В.М. Фораминиферы, биостратиграфия верхнего мела и палеогена Западной Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2009. 432 с.

Подобина В.М. Предлагаемая система фораминифер (высшие таксоны) // Вестн. Томского ун-та. 2014. № 380. С. 215–224.

Подобина В.М. Система фораминифер (высшие таксоны). Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. 172 с.

Фурсенко А.В. Введение в изучение фораминифер. Новосибирск: Наука, 1978. 242 с. (Тр. ИГи Г СО АН СССР. Вып. 391).

Kaminski M.A. The Year 2000 Classification of the Agglutinated Foraminifera // Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publ. 2004. N 8. P. 237–255.

Loeblich A.R., Tappan H. Sarcodina chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida: Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. C.: Protista. Lawrence: Univ. Kansas Press, 1964. Vol. 1–2. 900 p.

Loeblich A.R., Tappan H. Foraminiferal Genera and their Classification. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987. V. I. 970 p.; V. II. 847 pp.

Loeblich A.R., Tappan H. Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea // Cushman Foundation for Foraminiferal Research. Spec. Publ. 1994. V. 31. 661 p.

Pawlowski J., Holzmann M., Tuszka J. New supraordinal classification of Foraminifera: Molecules meet morphology // Mar. Micropaleontol. 2013. P. 1–10.

Podobina V.M. New data on composition and microstructure of agglutinated foraminiferal wall // Abstracts to 4th International Workshop on Agglutinated Foraminifers in Krakow (Poland, September, 12-19, 1993). 1993. P. 24.

ФОРАМИНИФЕРЫ АЛЬБА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ

В.М. Подобина

Томский государственный университет, Томск, podobina@ggf.tsu.ru

ALBIAN FORAMINIFERA OF WESTERN SIBERIA, THEIR SIGNIFICANCE FOR STRATIGRAPHY

V.M. PODOBINA

Tomsk State University, Tomsk

Albian Foraminifera have been discovered in Northern paleobiogeographical district of West Siberian province. In marine deposits of Samotlor sections of 10 wells were found two Foraminifera Assemblages – Ammobaculites fragmentarius, Gaudryinopsis filiformis (middle Albian), Ammotium braunsteini, Verneuilinoides assanoviensi (late Albian) in four sections of South-Russkaya area have been found three Albian Assemblages including early Albian with Gaudryinopsis toileuri.

Key words: Foraminifera, Albian, Stratigraphy, Western Siberia.

На большей территории Западной Сибири ханты-мансийский горизонт представлен континентальными фациями. В Зауралье (западный район) (Podobina, 1995) впервые были исследованы морские альбские отложения, вмещающие преимущественно агглютинированные кварцево-кремнистые фораминиферы и в меньшей мере – секреционно-известковые формы (Булатова, 1976).

В.М. Подобиной (2013; Podobina, 2015) альбские фораминиферы впервые обнаружены на ряде площадей, относящихся к северному палеогеографическому району (севернее широтного течения р. Обь). На Самотлорской площади впервые в северном районе по 10 разрезам скважин изучены морские отложения ханты-мансийского горизонта. В них обнаружены обильные комплексы агглютинированных фораминифер средне- и позднеальбского возраста (Подобина, 2013). При сравнении с комплексами Зауралья отмечается некоторое сходство их родового и видового состава. Это позволило наметить автору по разрезу хантымансийского горизонта этой площади альбские комплексы фораминифер: среднеальбский – с Ammobaculites fragmentarius – Gaudryinopsis filiformis и верхнеальбский с Ammotium braunsteini – Verneuilinoides borealis assanoviensis. В последней региональной стратиграфической схеме Западной Сибири (2005 г.), созданной на основании фораминифер Зауралья, указывается, что вид Verneuilinoides borealis assanoviensis (Zaspelova) прослеживается по всему разрезу альба совместно с разными видами рода Ammosiphonia. На наш взгляд, этот род здесь отсутствует, а характерным является род Ammotium Loeblich et Tappan, впервые установленный А. Лебликом и Е. Таппен для меловых и вышележащих отложений (Loeblich, Tappan, 1953). Вид A. braunsteini (Cushman et Applin) добавлен В.М. Подобиной (2013) в качестве первого зонального для верхнего альба.

Второй индекс Verneuilinoides borealis assanoviensis (Zaspelova), по мнению автора, в основном приурочен к верхним слоям ханты-мансийского горизонта. З.И. Булатова (1976) впервые выделила верхнеальбскую зону с указанным видом-индексом, что совпадает с мнением В.М. Подобиной. В северном палебиогеографическом районе на Самотлорской площади, как и на других площадях, каждому подъярусу примерно соответствует отдельная фораминиферовая зона (табл. 1).

При установлении систематического положения отдельных видов, кроме морфологических особенностей, уточнялось их стратиграфическое, палеогеографическое и палеобиогеографическое распространение. В частности, сравнение родов и видов проводилось с теми таксонами, которые обнаружены в терригенных фациях единых биохорий. В данном случае альбские Западно-сибирские роды и виды сравнимы со сходными формами Канадской провинции. Первые по морфологии раковин несколько отличались от вторых и поэтому установлены как их географические подвиды или новые виды, однако есть и общие виды. Подобного облика и состава фораминиферы обычно обитали в мелководной или прибрежно-мелководной обстановке относительно холодноводного бассейна, связанного с Арктикой. По данным фораминифер в четырех разрезах скважин Южно-Русской площади автором прослежены три микропалеонтологические (фораминиферовые зоны): Gaudryinopsis toilleuri (нижний альб); Ammobaculites fragmentarius – Gaudryinopsis filiformis (средний альб), Ammotium braunsteini – Verneuilinoides borealis assanoviensis (верхний альб). В верхах этой зоны установлены слои с Milianiniina ischnia (табл. 1). Однако в разрезах скважин Южно-Русской площади в верхнем альбе пока обнаружен только первый вид-индекс – *Ammotium braunsteini* (Cushman et Applin).

Альбская трансгрессия распространилась с севера и покрыла Зауралье, как наиболее углубленную территорию Западной Сибири. На Самотлорской площади (широтное течение р. Обь) в разрезах 10 скважин по комплексам фораминифер выделены только средне- и верхнеальбские подъярусы. Видимо, нижнеальбские отложения здесь представлены континентальными фациями, как и на остальной (южной) территории Западной Сибири.

В северном направлении (северо-восточнее Самотлорской площади) по данным фораминифер разрезов Южно-Русской площади существовал морской бассейн с начала альба. В отложениях ханты-мансийского горизонта по комплексам фораминифер установлены, как и в Зауралье, три зоны фораминифер, возможно, соответствующие трем подъярусам альба.

Новые находки фораминифер из пробуренных на п-ве Ямал по многим разрезам скважин дали возможность расширить сведения о распространении морских отложений альба в северном палеобиогеографическом районе. Фораминиферы состоят в основном из агглютинированных кварцево-кремнистых и в меньшей мере секреционно-известковых раковин. Раннеальбский комплекс фораминифер мало разнообразен и обнаружен в 2-х разрезах скважин: Западно-Тамбейской и Северо-Тамбейской площадей.

Во всех четырех разрезах скважин п-ва Ямал: 50 Малыгинской, 124 Западно-Тамбейской и 201, 205 Северо-Тамбейской площадях исследованы сходные по систематическому составу комплексы фораминифер, которые объединены в один среднеальбский комплекс с Ammobaculites fragmentarius – Gaudryinopsis filiformis. По сравнению со среднеальбским комплексом Зауралья (Булатова, 1976) ямальские, также как самотлоские и южно-русские комплексы, значительно обеднены в видовом составе. Однако многие ямальские раковины фораминифер хорошей сохранности и обнаружены представительные экземпляры секреци-

				-
Ярус	Подъярус	Горизонт	Микропалеон- тологическая (фораминифе- ровая) зона	Комплексы фораминифер
Альбский	верхний	Ханты- мансийский	Miliammina ischnia (слои)	Ammomarginulina obscura (Loeblich) Ammobaculites sp. Trochammina imiatensis Tappan Miliammina ischnia Tappan
			Ammotium braunsteini – Verneilinoides borealis assanovi- ensis	Haplophragmoides topagorukensis Tappan Ammomarginulina obscura (Loeblich) Ammotium braunsteini (Cushman et Applin) Spiroplectammina sibirica Podobina Verneuilinoides borealis assanoviensis (Zaspelova)
	средний нижний	-	Ammobaculites Fragmentarius – Gaudryinopsis filiformis	Labrospira angustolocularia (Bulatova) Haplophragmoides nonioninoides (Reuss) Ammomarginulina obscura (Loeblich) Ammobaculites fragmentarius Cushman Spiroplectammina cognata Podobina Gaudryinop- sis filiformis (Berthelin) Pseudoverneuilina albica Podobina Trochammina reinwateri Cushman
			Gaudryinopsis toilleuri	Labrospira angustolocularia (Bulatova) Haplophragmoides nonioninoides (Reuss) H. cushmani Loeblich et Tappan Ammomarginulina obscura (Loeblich) Pseudoverneuilina albica Podobina Gaudryinopsis toilleuri Tappan G. ex gr. filiformis (Berthelin) Trochammina eileta Tappan

Таблица 1. Биостратиграфия альба Западной Сибири (по фораминиферам)

онно-известковых форм. (рис. 1). В верхних слоях ханты-мансийского горизонта п-ва Ямал установлен позднеальбский комплекс фораминифер (скв. 124, Западно-Тамбейская площадь). В данном комплексе присутствуют виды родов *Ammotium* и *Verneuilinoides*. Однако их недостаточно хорошая сохранность и единичные находки не позволяют с бо́льшей долей уверенности датировать их возраст поздним альбом. Отдельные таксоны (роды, виды) из ханты-мансийского горизонта сходны с таковыми формации Тораgoruk Северной Аляски (Таррап, 1962).



Рис. 1. Комплекс фораминифер с Ammobaculites fragmentarius, Gaudryinopsis filiformis. Западная Сибирь, Малыгинская скв. 50, гл. 1675,60 м; ханты-мансийский горизонт, средний альб: Фиг. 1. Psammosphaera laevigata White. Фиг. 2, 3. Labrospira aff. rotunda Podobina. Фиг. 4–24. Haplophragmoides topagorukensis Tappan. Фиг. 25–27. Recurvoides aff. leushiensis Bulatova. Фиг. 28–31. Ammobaculites fragmentarius Cushman. Фиг. 32, 33. Pseudobolivina contorta Bulatova. Фиг. 34–37. Gaudryinopsis filiformis (Berthelin). Фиг. 38–42. Miliammina manitobensis Wickenden. Фиг. 43, 44. Lenticulina topagorukensis Tappan. Фиг. 45–47. Saracenaria solita Bulatova. Фиг. 48–51. Gavelinella aff. stictata (Tappan)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Булатова З.И. Стратиграфия апт-альбских нефтегазоносных отложений Западно-Сибирской равнины по фораминиферам. М.: Недра, 1976. 152 с.

Подобина В.М. Биостратиграфия альба Самотлорской площади Западной Сибири (по данным фораминифер) // Вестн. Томск. ун-та. 2013. № 374. С. 188–198.

Loeblich A., Tappan H. Studies of Arctic Foraminifera // Smithsonian Miscellaneons Collection. 1953. V. 121, N 7. 150 p.

Podobina V.M. Paleozoogeographic regionalization of Northern Hemisphere Late Cretaceous basin on Foraminifera // Proc. 4th Int. Workshop on Agglutinated Foraminifera. Spec. Publ. 1995. N 3. P. 233–247.

Podobina V.M. New data on middle and late Albian foraminifera and biostratigraphy of the northern palaeobiogeographical district of Western Siberia // Geologos. 2015. V. 21, N 1. P. 71–78.

Tappan H. Foraminifera from the Arctic slope of Alaska. Pt. 3. Cretaceous Foraminifera // U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 1962. N 236. P. 91–209.

ФОРАМИНИФЕРЫ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПУДИНСКОГО МЕЗОПОДНЯТИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.В. Полковникова

Томский государственный университет, Томск, polkovnikova@ggf.Tsu.Ru

UPPER JURASSIC FORAMINIFERS OF THE PUDINO MESOUPLIFT OF WESTERN SIBERIA

E.V. POLKOVNIKOVA

Tomsk State University, Tomsk

In the studied sections, the deposits of Vasyugan and Georgievsk formations are characterized by foraminifers. The analysis of taxonomic composition and stratigraphic distribution of species allows to distinguish three biostratigraphic units: Recurvoides disputabilis Zone JF37, Trochammina omskensis, Verneulinoides graciosus Zone JF38, beds with *Tolypammina virgula*, *Planularia pressula* JF42. According to this data the lower part of Upper Oxfordian – the lower substage of the Volgian were divided and correlated.

Key words: Foraminifera, Upper Jurassic, Western Siberia.

Материалом для исследования послужили разрезы средне-верхнеюрских отложений пятнадцати скважин Лосиноярского, Юбилейного локальных поднятий, Рыбального, Останинского, Мирного, Пинджинского месторождений, пробуренных в Парабельском районе Томской области на юго-востоке Западной Сибири. В тектоническом отношении согласно тектонической схеме (Конторович, 2002) район исследований охватывает часть Пудинского мезоподнятия в пределах Юбилейного куполовидного поднятия. Согласно схеме структурно-фациального районирования келловея и верхней юры Западной Сибири район исследования расположен на грани-

це Пурпейско-Васюганского и



Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов скважин на схеме структурно-фациального районирования келловея и верхней юры Западной Сибири (Решение..., 2004).

1 – Опорные скважины; 2 – месторождение; 3 – населенный пункт; 4 – административная граница Томской области.

Сильгинского фациальных районов (рис. 1).

Проведены комплексные биостратиграфические и литофациальные исследования. Биостратиграфическое изучение отложений включало микрофаунистический (МКФ) и споровопыльцевой (СПА) анализы. Обобщающие данные опубликованы (Полковникова и др., 2017). Уточненные результаты изучения фораминифер изложены в настоящей работе.

Микрофаунистические исследования выявили комплексы фораминифер в разрезах восьми скважин: Останинская 8102; Рыбальные 411, 412, 414, 415; Юбилейная 471; Мирные 419, 527. Изученные фораминиферы характеризуют отложения верхней части васюганской и георгиевскую свиты на юго-востоке Пурпейско-Васюганского структурно-фациального района Западной Сибири.

В разрезе скв. Мирная 419 (гл. 2534,65 м) найден единичный экземпляр *Conorboides poliarica* (Dain) (Табл. 1, фиг. 1). Стратиграфический диапазон распространения этого вида в Западной Сибири охватывает средний – верхний подъярусы оксфордского яруса (Атлас..., 1990). Анализ таксономического состава выявленных комплексов фораминифер в изученном районе показал, что этот вид является характерным для зоны Recurvoides disputabilis JF37.

Нижняя – средняя часть верхнего оксфорда охарактеризована в Западной Сибири фораминиферами зоны Recurvoides disputabilis JF37 (в объеме сибирских зон бореального аммонитового стандарта Amoeboceras glosense – Amoeboceras serratum) (Решение..., 2004). В изученном районе это комплексы фораминифер с *Recurvoides disputabilis, Tolypammina confusa* (скв. Рыбальная 412 (гл. 2440,17 м), 411 (гл. 2454,64 м); Мирная 527 (гл. 2530,79 м). Комплексы фораминифер прослежены в отложениях верхней части васюганской свиты и установлены в отложениях разделяющих пласты Ю₁² и Ю₁¹.

В разрезе скв. Рыбальная 412 (гл. 2440,17м) представлены отложения прибрежные (обстановка лагунного побережья с приливно-отливным режимом, лагуна межбаровая (внешняя часть) (ЛФ). В комплексе преобладают *Tolypammina confusa* Dain (табл. 1, фиг. 2, 3). В разрезе скв. Рыбальная 411 (гл. 2454,64 м) вскрыты отложения прибрежно-морские, предфронтальной зоны пляжа (ЛФ). В комплексе преобладают *Recurvoides disputabilis* Dain *disputabilis* Dain. Определены: *Tolypammina confusa* Dain, *Cribrostomoides subretusus* Nagy et Basov, *Trochammina minutissima* Dain, *Trochammina kumaensis* Levina, *Trochammina topagorukensis* Tappan, *Spirillina kuebleri* Mjatliuk, *Enantiomorphina pripoliarica* Dain, *Globulina spiraliuk*, *Conorboides poliarica* (Dain) (табл. 1, фиг. 4–12). В разрезе скв. Мирная 527 (гл. 2530,79 м) вскрыт аргиллит горизонтально слоистый с растительным детритом – отложения прибрежно-морские, мелководно-морские (ЛФ). Среди фораминифер определены: *Tolypammina confusa* Dain, *Recurvoides disputabilis* Dain, *Trochammina elevata* Kosyreva, *Trochammina interposita* Levina (табл. 1, фиг. 13–15).

Верхней части верхнего оксфорда – нижнему кимериджу в Западной Сибири отвечают f-зоны Trochammina omskensis, Verneulinoides graciosus JF38 (в объеме сибирских зон Amoeboceras regulare – Pictonia involuta) и Haplophragmoides (?) canuiformis JF40 (в объеме зон Amoeboceras regulare – Rasenia borealis) (Решение..., 2004). Часто из-за отсутствия в комплексах фораминифер видо-индексов по общим характерным видам удается установить лишь зону Haplophragmoides (?) canuiformis JF40. Анализ таксономического состава комплексов фораминифер выявленных в георгиевской свите в изученном районе позволил определиться, произвести уточнение и отнести их к f-зоне Trochammina omskensis, Verneulinoides graciosus JF38. На это указывает присутствие в комплексах характерных видов: *Trochammina omskensis* Kosyreva, *Spiroplectmmina suprajurssica* Kosyreva, *Bulbobaculites pokrovkaensis* (Kosyreva), *Kutsevella petaloidea* Jakovleva, *Recurvoides disputabilis plana* Dain. Фораминиферы f-зоны *Trochammina omskensis, Verneulinoides graciosus* JF38 найдены в барабинской пачке – Рыбальная скв. 411 (гл. 2451,56 м), Юбилейная скв. 471 (гл. 2433,30 м), скв. Мирная 419 (гл. 2527,65 м).

В скв. Рыбальная 411 (гл. 2451,56 м) алевролиты барабинской пачки содержат многочисленные зерна глауконита, фрагменты раковин белемнитов, пиритизированные ходы червей, найдены зубы рыб, пиритизированные фрагменты древесины, фораминиферы. Комплекс фораминифер не многочислен, представлен агглютинированными формами доминируют фораминиферы рода *Recurvoides*. Определены: *Tolypammina* sp., *Recurvoides disputabilis dis*-



ПОЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦЕ

Таблица 1. Коллекция фораминифер хранится в лаборатории микропалеонтологии ТГУ (ЛМП ГГФ ТГУ) под № 128-1. Все экземпляры происходят из местонахождений Западной Сибири, Пурпейско-Васюганского фациального района, Обь-Ленской фациальной области. Принятые обозначения: а – спинная сторона у трохоидных, боковая у спирально-плоскостных и спирально-винтовых раковин; б – брюшная сторона у трохоидных и противолежащая у спирально-плоскостных раковин; в – вид с периферического края; д – вид с проксимального конца, с основания (снизу). Название и нумерация зон и слоев приводится согласно схеме (Решение..., 2004). Фиг. 1 а, б. *Conorboides poliarica* (Dain). Экз. №128-1/М419-1/1, (104; скв. Мирная 419, инт. 2527,0–2538,7 м, 7,65 м от начала керна (далее м.н.к.), глубина (далее гл.) 2534,65 м, нижняя – средняя часть верхнего оксфорда, f-зона Recurvoides disputabilis JF37, верхняя подсвита васюганской свиты. Фиг. 2 a, б, в. Tolypammina confusa Dain, экз. №128-1/Р412-1/1, (54); скв. Рыбальная 412, инт. 2435,0–2448,7 м, 5,17 м н.к., гл. 2440,17 м, нижняя – средняя часть верхнего оксфорда, f-зона Recurvoides disputabilis JF37, комплекс с *Recurvoides disputabilis*, Тоlураттіпа confusa, там же. Фиг. 3 а, б, в. Tolypammina confusa Dain, экз. №128-1/Р412-1/2, (54); там же. Фиг. 4 а, б. Tolypammina confusa Dain, экз. №128-1/Р411-1/1, (80); скв. Рыбальная 411, инт. 2451,0–2456,7 м, 3,64 м н.к., гл. 2454,64 м, нижняя – средняя часть верхнего оксфорда, f-зона Recurvoides disputabilis JF37, комплекс с Recurvoides disputabilis, Tolypammina confusa, там же. Фиг. 5 a, б. Recurvoides disputabilis disputabilis Dain, экз. №128-1/Р411-1/2, (76); там же. Фиг. 6 a. Cribrostomoides subretusus Nagy et Basov, экз. №128-1/Р411-1/3, (54); там же. Фиг. 7 а, б. Trochammina minutissima Dain, экз. №128-1/Р411-1/4, (71); там же. Фиг. 8 а, б. Trochammina kumaensis Levina, экз. №128-1/Р411-1/5, (69); там же. Фиг. 9 а, б, в. Enantiomorphina pripoliarica Dain, экз. №128-1/Р411-1/6, (52); там же. Фиг. 10 а, б, д. *Globulina russiensis* Mjatliuk, экз. №128-1/Р411-1/7, (74); там же. Фиг. 11 а. *Spirillina kuebleri* Mjatliuk, экз. №128-1/Р411-1/8, (75); там же. Фиг. 12 а, б. *Conorboides poliarica* (Dain), экз. №128-1/Р411-1/9, (75); там же. Фиг. 13 а, б. Tolypammina confusa Dain, экз. №128-1/М527-1/1, (71); скв. Мирная 527, инт. 2526,0-2533,6 м, 4,79 м н.к., гл. 2530,79 м, нижняя - средняя часть верхнего оксфорда, f-зона Recurvoides disputabilis JF37, комплекс с Recurvoides disputabilis, Tolypammina confusa, там же. Фиг. 14 а, б. Recurvoides disputabilis disputabilis Dain, экз. №128-1/М527-1/2, (115); там же. Фиг. 15 а, б. Trochammina interposita Levina, экз. №128-1/М527-1/4, (125); там же. Фиг. 16 а, б. Tolypammina sp., экз. №128-1/Р411-2/1, (71); скв. Рыбальная 411, инт. 2451,0–2456,7 м, 0,56 м н.к., гл. 2451,56 м, верхи верхнего оксфорда – нижняя половина нижнего кимериджа, f-зона Trochammina omskensis, Verneulinoides graciosus JF38, георгиевская свита, барабинская пачка. Фиг. 17 a. Recurvoides disputabilis disputabilis Dain, экз. №128-1/P411-2/2, (73); там же. Фиг. 18 а, в. Kutsevella petaloidea Jakovleva, 1980. Экз. №128-1/Р411-2/4, (71); там же. Фиг. 19 а, б. Récurvoides sublustris Dain, 1972. Экз. №128-1/Ю471-1/1, (69); скв. Юбилейная 471, инт. 2388,0–2398,7 м, н.к., гл. 2388,0 м, там же. Фиг. 20 а, б. Recurvoides disputabilis plana Dain, экз. №128-1/Р411-3/2, (71); скв. Рыбальная 411, инт. 2451,0-2456,7 м, н.к., гл. 2451,00 м, там же, георгиевская свита. Фиг. 21 а, б. Spiroplectammina suprajurassica Козугеva, экз. №128-1/Р411-3/3, (55); там же. Фиг. 22 а. *Cribrostomoides subretusus* Nagy et Basov, экз. №128-1/Р412-2/1, (68); скв. Рыбальная 412, инт. 2429,0–2435,0 м, 4,3 м н.к., гл. 2433,30 м, там же, георгиевская свита. Фиг. 23 а, б. *Bulbobaculites pokrovkaensis* (Kosyreva), экз. №128-1/Р412-2/3, (75); там же. Фиг. 24 а. *Dorothia* ex gr. *tortuosa* Dain et Komissarenko, экз. №128-1/Р412-2/4, (56); там же. Фиг. 25 а, б. *Glomospirella otorica* Romanova, экз. №128-1/О8102-1/1, (71); скв. Останинская 8102, инт. 2506,0–2512,0 м, 2,2 м н.к., гл. 2608,20 м, там же. Фиг. 26 а, б. Recurvoides disputabilis plana Dain, экз. №128-1/О8102-1/2, (52); там же. Фиг. 27 а, б. Trochammina omskensis Kosyreva, экз. №128-1/08102-1/3, (78); там же. Фиг. 28 а, б. Recurvoides stschekuriensis Dain, экз. №128-1/Р414-3/1, (52); скв. Рыбальная 414, инт. 2419,0–2425,0 м, 3,1 м н.к., гл. 2422,10 м, верхи нижнего подъяруса кимериджа – низы нижнего подъяруса волжского яруса, f-слои с Tolypammina virgula, Planularia pressula JF42, георгиевская свита. Фиг. 29 а, в. Ammobaculites verus Dain, экз. №128-1/Р414-2/1, (52); скв. Рыбальная 414, инт. 2419,0-2425,0 м, 2,5 м н.к., гл. 2421,50 м, там же. Фиг. 30 а, б. Bulbobaculites elongatulum (Dain), экз. №128-1/Р414-2/2, (71); там же. Фиг. 31 a. Dorothia ex gr. tortuosa Dain et Komissarenko, экз. №128-1/Р414-2/3, (74); там же. Фиг. 32 a. Lenticulina sp., экз. №128-1/Р414-2/4, (56); там же

putabilis Dain, Recurvoides disputabilis plana Dain, Recurvoides canningensis (Tappan), Recurvoides cf. sublustris Dain, Kutsevella petaloidea Jakovleva (табл. 1, фиг. 16–18).

В аргиллитах георгиевской свиты в разрезе скв. Рыбальная 411 (гл. 2451,0 м) встречены *Recurvoides disputabilis disputabilis* Dain, *Recurvoides disputabilis plana* Dain, *Spiroplectmmina suprajurssica* Kosyreva (табл. 1, фиг. 20, 21). В разрезе скв. Рыбальная 412 (гл. 2433,30 м) определены: *Cribrostomoides subretusus* Nagy et Basov, *Recurvoides sublustris* Dain, *Bulbo-baculites pokrovkaensis* (Kosyreva), *Dorothia* ex gr. *tortuosa* Dain et Komissarenko (табл. 1, фиг. 22–24). В разрезе скв. Останинская 8102 (гл. 2509,00 м) встречены фораминиферы *Glomospirella* сf. *otorica* Romanova, *Recurvoides disputabilis plana* Dain, *Trochammina omskensis* Kosyreva (табл. 1, фиг. 25–27).

Отложениям верхов нижнего подъяруса кимериджа – низам нижнего подъяруса волжского яруса отвечают f-слои с Tolypammina virgula, Planularia pressula JF42 (в объеме верхов зоны Rasenia borealis – зоны Ilowaiskya pseudoscythica) (Решение..., 2004). Слои прослежены в верхней части георгиевской свиты, в двух скважинах Рыбального месторождения: 414 (инт. 2418,9–2421,70 м), 415 (гл. 2443,15 м). Аргиллиты, вмещающие фораминиферы, содержат фрагменты пиритизированных ходов червей. Комплекс фораминифер f-слоев JF42 преимущественно состоит из агглютинирующих форм, доминируют фораминиферы вида Recurvoides stschekuriensis Dain. Известковистые фораминиферы очень редки и в комплексе фораминифер скв. Рыбальная 414 (инт. 2418,9–2421,70 м) представлены фрагментами раковин: Dentalina sp., Lenticulina sp., Astacolus sp., Marginulinopsis sp. Определены также: Recurvoides sublustris Dain, Recurvoides canningensis (Tappan), Ammobaculites verus Dain, Bulbobaculites elongatulum (Dain), Dorothia ex gr. tortuosa Dain et Komissarenko, Lenticulina sp. (табл. 2, фиг. 28–32). В разрезе скв. Рыбальная 415 (гл. 2443,15 м) также преобладают агглютинированные формы, известковые единичны (найден фрагмент раковины *Lenticulina* sp.). Определены: Evolutinella sp., Recurvoides stschekuriensis Dain, Haplophragmoides ex gr. incognitus Bulynnikova, Trochammina cf. kumaensis Levina, Dorothia ex gr. tortuosa Dain et Komissarenko.

В изученных разрезах скважин Пудинского мезоподнятия выявлены комплексы с фораминиферами, позволившие установить и проследить в районе исследований отложения нижней части верхнего оксфорда – нижнего подъяруса волжского региояруса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас моллюсков и фораминифер морских отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской нефтегазоносной области. Т. 2. Фораминиферы / Составители: Булынникова С.П., Комиссаренко В.К., Белоусова Н.А., Богомякова Е.Д., Рылькова Г.Е., Тылкина К.Ф. М.: Недра, 1990. 359 с.

Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.

Полковникова Е.В., Стариков Н.Н., Татьянин Г.М. и др. Биостратиграфия и условия осадконакопления средне-верхнеюрских отложений Пудинского мезоподнятия Западной Сибири // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Седьмое Всероссийское совещание. 18–22 сентября 2017 г., Москва. Научные материалы / В.А. Захаров, М.А. Рогов, Е.В. Шепетова (ред.). Москва: ГИН РАН, 2017. С. 162–169.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). Новосибирск: СНИИГ-ГиМС, 2004. 114 с., прил. 3 на 31 листе.

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА СТРУКТУРУ СТЕНКИ АЛЬБСКО-СЕНОМАНСКОГО (МЕЛОВАЯ СИСТЕМА) АГГЛЮТИНИРОВАННОГО ВИДА *SCULPTOBACULITES GOODLANDENSIS* (CUSHMAN AND ALEXANDER, 1930) ИЗ СЕВЕРО-ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕХАСА, США

Д.М. Рашалл, Г.П. Нестелл, М.К. Нестелл, А. Хант *Texaccкuй университет в Арлингтоне, Арлингтон, Texac, США,* jenny.rashall@uta.edu, gnestell@uta.edu, nestell@uta.edu, hunt@uta.edu

NEW INSIGHTS ON THE WALL STRUCTURE OF THE ALBIAN-CENOMANIAN (CRETACEOUS) AGGLUTINATED FORAMINIFERAL SPECIES SCULPTOBACULITES GOODLANDENSIS (CUSHMAN AND ALEXANDER, 1930) FROM NORTH-CENTRAL TEXAS, USA

J.M. RASHALL, G.P. NESTELL, M.K. NESTELL, A. HUNT University of Texas at Arlington, Arlington, Texas, USA

The agglutinated foraminiferal species *Sculptobaculites goodlandensis* has been studied to identify the composition of the cement and grains that make up the test wall. Elemental mapping of the internal structure of the species reveals a layered wall with quartz grains in calcitic cement on the edges of the wall and an inner, primarily calcitic layer of mixed detrital calcareous grains and fine-grained calcite, presumed to be secreted calcitic cement. *Key words*: Foraminifera, agglutinated, Cretaceous, Texas.

The species Sculptobaculites goodlandensis, originally described as Ammobaculites goodlandensis by Cushman and Alexander (1930), is an agglutinated foraminifer found abundantly throughout the Albian-Cenomanian Fredericksburg and Washita Groups (Cretaceous) of North-Central Texas. The characteristicumbilical depression, thick chambers and coarse test exterior make the species easily identifiable among the other agglutinated forms found within the same assemblages. Loeblich and Tappan (1984) described the new genus Sculptobaculites, with type species A. goodlandensis, to accommodate species with these distinctive morphological characteristics which members of *Ammobaculites* lack. In the initial description of *Sculptobaculites*, Loeblich and Tappan noted the external agglutination, commenting on the coarse sand, oolites, and various shell fragments that appear to make up a majority of the incorporated grains. Beyond external descriptions, no work has been done to observe the internal structure or characterize the grains and cement comprising the walls of S. goodlandensis. Modern studies place more emphasis on interpreting the composition of the grains and cement that an agglutinated foraminifer uses to build its test. Some agglutinated foraminifers show preference to incorporate grains of a particular size or composition. The secreted cement used to bind detrital grains also may be organic or calcitic. This study presents a detailed look into the wall structure and internal morphology of Sculptobaculites goodlandensis and implications for the genus as the type specimen.

In North-Central Texas, *S. goodlandensis* has been identified from the Fredericksburg Group and overlying Washita Group. The Fredericksburg Group is comprised of the Paluxy, Walnut, and Goodland Formations (in ascending order). The species was originally described from specimens found in the Goodland Formation, but it was also found in the underlying Walnut Formation. The range of *S. goodlandensis* nearly spans the strata of the Washita Group, which consists of the Kiamichi, Duck Creek, Fort Worth, Denton, Weno, Paw Paw, Main Street, Grayson, and Buda Formations (in ascending order) (Scott et al., 2003). The Buda Formation rarely outcrops in North-Central Texas and the presence of *S. goodlandensis* in this formation is unknown. *S. goodlandensis* has been identified outside of North-Central Texas, although it is difficult to determine the validity of the identifications. Specimens identified from Austria, Romania, and Russia vary in morphology and some lackthe nodose uncoiled portion or the deep umbilical depression characteristic of the species (Decker, Rögl, 1988; Alekseev et al., 1996; Neagu, Cînaru, 2004).

This study utilized Scanning Electron Microscopy (SEM) and energy-dispersive X-Ray spectroscopy (EDX) to characterize the wall structure of *S. goodlandensis*. Whole, polished, and acid etched specimens were observed by the SEM to study both internal and external characteristics. Elemental mapping by EDX of polished specimens allowed for detailed imagery of the distribution of grains and cement within the wall of the specimens. Elemental maps were made for oxygen, carbon, calcium, aluminum, silicon, sulfur, and iron to differentiate among calcite, quartz, pyrite, and clay within the test wall. Free specimens were also thin sectioned to further study the internal structure of *S. goodlandensis*. Sediments from numerous localities and formations in the Fredericksburg and Washita Groups were observed to understand the distribution and variability of the species, however, all imaged specimens are from localities of the Main Street and Grayson Formations (Fig. 1).

Further evidence that S. goodlandensis is calcareous agglutinated lies in the species distribution throughout the study sections. Previous studies have noted the change from assemblages dominated by calcareous agglutinated to non-calcareous agglutinated species with increasing depth, a trend which can be observed in strata of the Grayson Formation. The transition from the middle to upper Grayson interval is marked by a shift in dominance of the foraminiferal assemblages as sea level rose in the early Cenomanian (Scott et al., 2003). The middle part of the Grayson Formation is dominated by a diverse and abundant benthonic population of both calcareous and agglutinated foraminifers, alongside planktonic forms. The uppermost part of the Grayson Formation is characterized by planktonic and organic-cemented agglutinated foraminifers. Species of the calcareous agglutinated genus *Textulariopsis* are extremely rare or absent in the transition from the middle to upper part of the Grayson Formation. In all studied sections, S. goodlandensis mirrors the distribution of *Textulariopsis*, disappearing or increasing in abundance at approximately the same levels. Increased numbers in the calcareous agglutinated forms show a direct correlation to increased diversity of calcareous benthonic forms. Other studies have observed the difference in distribution between the groups of calcareous agglutinated and non-calcareous agglutinated foraminifers, with non-calcareous agglutinated forms comprising the largest portion of deeper assemblages (Nagy et al., 2000, Holbourn et al., 2001). As the type specimen of its genus, the wall structure and internal morphology of S. goodlandensis has potential implications for the characteristics defining the genus Sculptobaculites. Whereas cement can vary between species of the same genus, the layering within the wall is particularly distinctive as is the chamber shape in the coiled portion of the test (Bender, 1995). Few new species have been described under the genus *Sculptobaculites*, including *S. barri*



Fig. 1. Map showing locality of measured sections from which the imaged specimens were taken. (A) Map of Texas, USA; (B) Map of the Dallas-Fort Worth Metroplex with major highways marked. Three localities, Locality EC (Grayson Formation), Locality 1171 (Grayson Formation), and Locality MS (Main Street Formation) are marked with stars on the map.

Beckmann, 1991 from the Paleocene strata of Trinidad (Beckmann, 1991) and *S. sabulosus* Mc-Neil, 1997 from the Paleocene strata of Canada (McNeil, 1997). Additional *Sculptobaculites* spp. have been identified from material of various ages (Ballent et al., 2006; Caramés, 2011; Setoyama et al., 2011). Comparison to previously identified forms within *Sculptobaculites* is difficult as most studies provide few images and primarily only external views. Because the current description of the genus made by Loeblich and Tappan (1984) shows only the coarse grains of the test and its basic shape, *Sculptobaculites* is often used when a specimen resembling *Ammobaculites* is less compressed and very coarsely agglutinated, although the presence of a depressed umbilicus and other distinctive features are lacking. Position of the aperture should also be noted as an important characteristic of the genus. The polished specimens and thin sections of *S. goodlandensis* show the aperture in the coiled portion at the base of each chamber (fig. 2-7). Unfortunately, the preservation of the whole specimens did not allow the aperture to be seen in external views of the tests. The observations presented in this study should allow for a more precise characterization of the genus *Sculptobaculites*, rather than its current use as primarily a thicker variety of *Ammobaculites*.



Fig. 2. Internal and external images of *Sculptobaculites goodlandensis*. (1) External view (SEM SE/BSE); (2) External side view (SEM SE/BSE); (3) Acid etched specimen with exposed internal structure; (3a) High magnification view of the fine-grained calcite wall (SEM SE); (4) Specimen with several chambers of the rarely preserved uncoiled portion of the test (SEM SE); (5) Specimen with few chambers of the uncoiled portion of the test, note the varied type of grains on the outside of the test (SEM BSE); (6) Thin section of specimen (transmitted light); (7) Thin section of specimen (transmitted light). SE – Secondary Electron imaging, BSE – Backscattered Electron imaging. All scale bars = 100 μ m, except 3a = 10 μ m



Fig. 3. Elemental mapping of a polished specimen of *Sculptobaculites goodlandensis*. (1) Elemental map illuminating portions of test containing calcium. These areas include the presumed secreted calcitic cement of the wall as well as secondary calcite filling within the chambers of the specimen. The secondary filling and the wall are easily distinguishable in the SEM due to differing textures. White arrows pointing to void spaces within some chambers of the test are regions that were illuminated on the iron and sulfur maps, interpreted as pyrite. (2) Elemental map illuminating portions of the test containing silicon. These areas are presumed to be detrical quartz grains which have been agglutinated by the specimen.

REFERENCES

Alekseev A.S., Gorbachik T.N., Smirnova S.B., Bragin N.Yu. Age of the Paramonovo Formation (the Albian of the Russian Platform) and Global Transgressive-Regressive Cycles of the Cretaceous // Stratigraphy and Geological Correlation. 1996. V. 3, N 4. P. 341–361.

Ballent S., Concheyro A., Sagasti G. Bioestratigrafía y paleoambiente de la Formación Agrio (Cretácico Inferior), en la Provincia de Mendoza, Cuenca Neuquina, Argentina // Revista geológica de Chile. 2006. V. 33, N 1. P. 47–79.

Banner F.T., Pereira C.P.G. Some biserial and triserial agglutinated smaller foraminifera: Their wall structure and its significance // Journal of Foraminifera Research. 1981. V. 11, N 2. P. 85–117.

Beckmann J.P. New Taxa of Foraminifera from the Cretaceous and basal Tertiary of Trinidad, West Indies // Eclogae Geologicae Helvetiae. 1991. V. 84, N 3. P. 819–835.

Bender H. Test structure and classification in agglutinated foraminifera // Proceedings of the Fourth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication. 1995. V. 3. P. 27–70.

Caramés A. Foraminíferos de la Formación Agrio (Cretácico Inferior), Cuenca Neuquina, República Argentina // Ameghiniana. 2011. V. 8, N 1. P. 78–102.

Cushman J.A., Alexander C.I. Some Vaginulinas and other Foraminifera from the Lower Cretaceous of Texas // Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research. 1930. V. 6, N 1. P. 1–10.

Decker K., Rögl F. Early Cretaceous agglutinated foraminifera from limestone-marl rhythmites of the Gresten Klippen Belt, Eastern Alps (Austria) // Proceedings of the Second Workshop on Agglutinated Foraminifera. Abhand-lungen der Geologischen Bundesanstalt.1988. V. 41. P. 41–59.

Holbourn A., Kuhnt W., Soeding E. Atlantic paleobathymetry, paleoproductivity and paleocirculation in the late Albian: the benthic foraminiferal record // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2001. V. 170. P. 171–196.

Loeblich A.R., Tappan H. Some new proteinaceous and agglutinated genera of Foraminiferida // J. Paleontol.. 1984. V. 58, N 4. P. 1158–1163.

McNeil D.H. New foraminifera from the Upper Cretaceous and Cenozoic of the Beaufort-Mackenzie Basin of Arctic Canada // Cushman Foundation of Foraminiferal Research Special Publication. 1997. N 35. 95 p.

Nagy J., Kaminski M.A., Kuhnt W., Bremer M.A. Agglutinated Foraminifera from Neritic to Bathyal Facies in the Palaeogene of Spitsbergen and the Barents Sea // Proceedings of the Fifth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication. 2000. V. 7. P. 333–361.

Neagu T., Cîrnaru P. Lower Aptian agglutinated foraminifera from the southern Dobrogea and SE part of the Moesian Platform // Acta Palaeontologica Romaniae. 2004. V. 4. P. 277–297.

Scott R.W., Benson D.G., Morin R.W., Shaffer B.L., Oboh-Ikuenobe F.E. Integrated Albian-Lower Cenomanian Chronostratigraphy Standard, Trinity River Section, Texas // U.S. Gulf Coast Cretaceous Stratigraphy and Paleoecology: Perkins Memorial Volume. 2003. P. 277–334.

Setoyama E., Kaminski M.A., Tyszka J. Late Cretaceous Agglutinated Foraminifera and Implications for the Biostratigraphy and Palaeobiogeography of the southwestern Barents Sea // Proceedings of the Eighth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication. 2011. V. 16. P. 251–309.

ГЛОБАЛЬНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РОДА BIWAELLA (FUSULINOIDA)

М.Т. Рид, М.К. Нестелл

Техасский университет в Арлингтоне, Арлингтон, Texac, США, michael.read@uta.edu, nestell@uta.edu

GLOBAL DISTRIBUTION OF THE FUSULINACEAN GENUS BIWAELLA

M.T. READ, M.K. NESTELL

University of Texas at Arlington, Arlington, Texas, USA

The Late Pennsylvanian–Cisuralian fusulinacean genus *Biwaella* Morikawa and Isomi, 1960 has been described from a number of tropical to subtropical Tethyan and Peri-Gondwanan localities along with sparse occurrences from the Boreal and Midcontinent-Andean faunal provinces. The present study provides a synthesis of the known global distribution and migratory timescales of *Biwaella* and describes the first occurrence of *B. americana* Skinner and Wilde, 1965 from Nevada, U.S.A.

Key words: fusulinids, Biwaella, Gzhelian, Cisuralian, Nevada.

An integrated study of recently collected fusulinacean material and specimens on loan from the Smithsonian National Museum of Natural History (Douglass-Henbest collection) has provideda new occurrence of the uncommon genus *Biwaella* Morikawa and Isomi, 1960 from the western United States. Rare specimens of *Biwaella americana* Skinner and Wilde, 1965a were recovered from a single, thick limestone bed in the upper part of the Riepe Spring Limestone (Cisuralian, Lower Permian) at North Spruce Mountain Ridge (NSMR), Elko County, Nevada, U.S.A. Prior to the discovery of the herein illustrated NSMR forms, the only description of Biw*aella* from the American west or southwest was that of the type specimens illustrated by Skinner and Wilde (1965a) and re-illustrated by Wilde (2006), which were obtained from the Artinskian part of the Horquilla Formation at New Well Peak, Hidalgo County, New Mexico, U.S.A. The type species of *Biwaella*, *B. omiensis* Morikawa and Isomi, 1960, was described from nearly coeval Cisuralian deposits of the Samegai Formation near Lake Biwa, Shiga Prefecture, Japan. *Biwaella* is one of the larger and more evolved genera of the Schubertellidae Skinner, 1931 possessing a rather loosely coiled, often irregular test and aperforate outermost wall structure that is atypical among members of the family. Although the nature of the outer spirotheca has been previously interpreted as schwagerinid by several foraminiferal workers (e.g., Rauser-Chernousova et al., 1996; Forke, 2002; Kobayashi, 2005), the coarse wall structure is composed of simple, parallel pores that do not branch like true, lachrymiform alveolar keriotheca (fig. 1.1B, 1.1C) (Davydov, 2011). Additional support of a schubertellid affinity is provided by the distinct lack of septal fluting. The tests of *Biwaella* are often erratic and quite plastic, particularly in the polar regions of mature specimens, leading to difficulties in adequately orienting thin sections and resulting in a wide variety of axial profiles among illustrated specimens. Due to such inconsistencies in the shape of the test, the diagnostic wall structure of the Biwaellinae Davydov (e.g., *Biwaella* Davydov and *Dutkevichites* Davydov in Davydov, 1984) is a critical character in identification.

Biwaella likely arose from an ancestral, subtropicalstock of western Tethyan *Schubertella* Staff and Wedekind, 1910 during the earliest Gzhelian (Late Pennsylvanian) (Davydov, 2011). Several questionably transitional forms potentially linking *Schubertella* to *Biwaella* have been previously described from the Darvaz and Japan (e.g., *Biwaella*? *Tshelamtshiensis* Davydov, 1984, *B.* sp. Kobayashi, 1993, and an unnamed species of *Biwaella* reported by Leven and Davydov, 2001), but there are uncertainties regarding the true affinities of these taxa. The earliest unequivocal members of the genus, *B. poletaevi* Davydov, 2011 and *B. zhikalyaki* Davydov, 2011, were described from the western part of the Donetsk Basin, Ukraine, in association with the lower Gzhelian Schagonella proimplexa Zone (Davydov, 2011). Following the restricted initial appearance of the genus in the early Gzhelian, the distributional extentof *Biwaella* is poorly understood until its proliferation during the late Asselian and Sakmarian (early Cisuralian). Despite this apparent discontinuity within the lineage, a comparison between the older Ukrainian specimens illustrated by Davydov (2011) and Cisuralian taxa demonstrates that little change occurred within the genus during the Carboniferous-Permian transition.

By the early Cisuralian (Asselian-Sakmarian), members of *Biwaella* had dispersed throughout the tropical and subtropical continental platforms and shelves of the Tethyan, Peri-Gondwanan, and Boreal faunal provinces (Davydov, 2014). Descriptions of Cisuralian forms of *Biwaella* from Tethyan and Peri-Gondwanan realms include occurrences in Japan (Morikawa, Isomi, 1960; Kobayashi, 1993; Kobayashi, 2005), Afghanistan (Leven, 1997), Iran (Zandkarimi et al., 2014), the Carnic Alps (Forke, 2002), Slovenia (Kochansky-Devidé, 1970), Croatia (Kochansky-Devidé, 1959), and Montenegro (Kochansky-Devidé, 1962) (fig. 2). A thorough summary of Cisuralian occurrences and potential synonyms of *Biwaella* from North and South China is provided by Kobayashi (2005). Although temperate occurrences of *Biwaella* are less common than in tropical and subtropical latitudes, forms recovered from upper Asselian Boreal deposits are contemporaneous with Tethyan and Peri-Gondwanan occurrences, indicating that there was no lag in the timing of northward migration. The few Boreal localities include Spitsbergen of the Svalbard archipelago (Davydov, 2014) and Ellesmere Island of the Canadian Arctic (González, 2016).

Having arisen from a Tethyan schubertellid stock that was previously isolated from Midcontinent-Andean fusulinacean faunas by the closure of the Rheic Ocean, *Biwaella* is regarded as a migrant taxon in western Pangea. Only two previously described occurrences of *Biwaella* are known from western North America, both of which are regarded as Artinskian in age. Orchard et al. (2001) described *B*. ex gr. *B. provecta* (Wang and Sun) from the Chalaroschwagerina vulgaris Zone of the Cache Creek Terrane of central British Columbia, Nechako region, and Skinner and Wilde (1965a) reported the a fore mentioned occurrence of *B. americana* from New Mexico, U.S.A. The recent discovery of *B. americana* from the Riepe Spring Limestone in northeast Nevada provides additional information regarding the poorly understood migratory timing of the genus along the west coast of Pangea. The NSMR specimens of *B. americana* are significant in that they were recovered from moderately older Cisuralian strata of the lower Sakmarian. The lower occurrence within the upper part of the Riepe Spring Limestone of the NSMR section demonstrates that members of *Biwaella* had dispersed into the tropics of western Pangea earlier than the middle or late Artinskian as suggested by Davydov (2014).

> Order Schubertellida Skinner, 1931 Family Schubertellidae Skinner, 1931 Genus *Biwaella* Morikawa et Isomi, 1960 *Biwaella americana* Skinner et Wilde, 1965a Fig. 1.1–1.8

Biwaella americana: Skinner. Wilde, 1965a, p. 99, pl. 13, figs. 7-16.

A species with a small, irregularly subcylindrical to cylindrical test that commonly possesses five (rarely six) volutions at maturity. North Spruce Mountain Ridge specimens attain lengths (estimated from half lengths) ranging from 1,88 to 2,72 mm, averaging 2,22 mm. Diameters of mature specimens range from 0,46 to 0,66 mm, averaging 0,56 mm and producing an average form ratio of 3,80. Poles are broadly rounded to nearly amorphous in some instances. Lateral slopes may be highly irregular but are often nearly horizontal for much of the length of the test. The proloculus is minute, averaging 0.058 mm in outside diameter, although one specimen (f24128-15) has an unusually large proloculus measuring 0.077 mm. The test begins to expand rapidly following the first two volutions. Heights of the first through fifth volutions among the NSMR specimens average 0,022, 0,028, 0,040, 0,058, 0,082 mm. The inner spirotheca is thin and nondescript, composed of a tectum and a lighter, poorly defined lower tectorium, whereas the outer spirotheca is much thicker and distinctly punctuated by evenly spaced mural pores. Septa are planar throughout much of the test but are typically curved in the far polar regions. Secondary axial fillings are absent. Chomata are very low, indistinct, and often absent in the outer volutions. Overall, the averages of measured characters among NSMR specimens fit well within the ranges provided by Skinner and Wilde (1965a). No conodont elements were collected from the *Biwaella* horizon, but several forms of Cuniculinella Skinner and Wilde, 1965b, a fusulinacean genus known from upper Wolfcampian (Sakmarian-Artinskian) deposits of the McCloud Limestone of northern California, were recovered in abundance alongside the sparse *B. americana*.

Biwaella? sp. Fig. 1.9

Schubertella kingi?: Thompson, Hazzard, 1946, p. 40-41, pl. 10, figs. 9.

Thompson and Hazzard (1946) illustrated several specimens of the prolific late Gzhelian-early Cisuralian species *Schubertella kingi* Dunbar and Skinner, 1937 from the Providence Mountains of southern California, U.S.A. One particularly large, tangentially oriented form was described by the original authors as potentially representing a "giant" specimen of *S. kingi*. The authors of the present study are skeptical of this assignment and suggest that the specimen may be a member of *Biwaella*. A comparison of the size and shape with NSMR specimens and types of *B. americana* is presented on figure 1. The specimen was described as measuring at least 2,30 mm long and 0,70 mm in diameter. The septa are plane near the center of the test and curve in the polar regions (compare to fig. 1.1A). The original authors' estimated values, although slightly larger than the presently illustrated forms of *B. americana*, are close to the maxima provided by Skinner and Wilde (1965a). Unfortunately, the original photomicrograph does not clearly illustrate fine details of the test, so the nature of the thick, outer spirotheca and the true taxonomic assignment remain unknown. The questionable form was collected from an upper Asselian or lower Sakmarian interval which was placed within fusulinid zone 3 of Stevens and Stone (2007), indicating that it is nearly equivalent in age to the NSMR specimens.



Figure 1. Illustrated specimens of *Biwaella americana* Skinner and Wilde, 1965a from northeast Nevada, southwest New Mexico, and southern California. (1A) f24128-15 (USNM), lower Sakmarian, upper part of the Riepe Spring Limestone, Elko County, Nevada, U.S.A. (X40); (1B) f24128-15 (USNM), enlarged image of the perforate wall structure observed in the outer spirotheca; arrow designates mural pores (X~120); (1C) f24128-15 (USNM), additional enlarged image of the perforate wall structure observed in the outer spirotheca; arrow designates mural pores (X~120); (1C) f24128-15 (USNM), additional enlarged image of the perforate wall structure observed in the outer spirotheca; arrow designates mural pores (X~120); (2) UTA/NSMR 227.8-6, lower Sakmarian, upper part of the Riepe Spring Limestone, Elko County, Nevada, U.S.A. (X40); (3) UTA/NSMR 227.8-7, lower Sakmarian, upper part of the Riepe Spring Limestone, Elko County, Nevada, U.S.A. (X40); (4) UTA/NSMR 227.8-8, lower Sakmarian, upper part of the Riepe Spring Limestone, Elko County, Nevada, U.S.A. (X40); (5) UTA/NSMR 227.8-9, lower Sakmarian, upper part of the Riepe Spring Limestone, Elko County, Nevada, U.S.A. (X40); (6) P-52833, from Coll. NM-158, Skinner and Wilde, 1965a, axial section of paratype, Artinskian, upper part of the Horquilla Formation, Hidalgo County, New Mexico, U.S.A. (X40); (7) P-52831, from Coll. NM-158, Skinner and Wilde, 1965a, equatorial (sagittal) section of paratype, Artinskian, upper part of the Horquilla Formation, Hidalgo County, New Mexico, U.S.A. (X40); (9) *"Schubertellakingi"* Thompson and Hazzard, 1946 (Stanford University Paleontological Type Collection, no. 7681) illustrated by Thompson and Hazzard (1946), tangential section, lower Cisuralian (upper Asselian-lower Sakmarian), Bird Spring Formation, San Bernardino County, California; originally described as a "giant" specimen of *Schubertellakingi*, the authors suspect it may be an erroneously identified member of *Biwaella*

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Figure 2. Sakmarian (early Cisuralian) paleogeographic map depicting major occurrences and migratory pathways (arrows) of the fusulinacean genus *Biwaella* Morikawa and Isomi, 1960. Proposed origination of *Biwaella* in the Donets Basin region is based on the current earliest, definitive occurrences of the genus. *Medium gray* – deep ocean; *light gray* – shelf/platform; *dark gray* – continents; *triangle* – Gzhelian (Late Pennsylvanian) occurrence; *circle* – Cisuralian occurrence; *star* – North Spruce Mountain Ridge, Elko County, Nevada, U.S.A. (modified from Scotese, 2014)

REFERENCES

DavydovV.I. On the origin of Schwagerina // Paleontol. J. 1984. V. 18, N 4. P. 3-16.

Davydov V.I. Taxonomy, nomenclature, and evolution of the early schubertellid fusulinids // Acta Palaeontol. Polonica. 2011. V. 56, N 1. P. 181–194.

Davydov V.I. Warm water benthic foraminifera document the Pennsylvanian-Permian warming and cooling events - The record from western Pangea tropical shelves // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2014. V. 414. P. 284–295.

Dunbar C.O., Skinner J.W. Permian Fusulinidae of Texas // University of Texas Bull. 1937. V. 3701, N 3. P. 517-825.

Forke H.C. Biostratigraphic subdivision and correlation of uppermost Carboniferous/Lower Permian sediments in the southern Alps: fusulinoidean and conodont faunas from the Carnic Alps (Austria/Italy), Karavanke Mountains (Slovenia), and southern Urals (Russia) // Facies. 2002. V. 47. P. 201–275.

González D.C. Late Pennsylvanian-Early Permian stratigraphy, sedimentologyand paleoceanography of the Sverdrup Basin, NW Ellesmere Island, Arctic Canada. Unpublished M.S. thesis. University of Calgary, 2016. 440 p.

Kochansky-Devidé V. Karbonske I Permske fuzulinidne foraminifere Velebit ai Like // Palaeontologia Jugoslavica. 1959. V. 3. 60 p.

Kochansky-Devidé V. Permski mikrofosili zahodnih Karavank // Geologija-Razprave in Porčila. 1970. V. 13. P. 175–256.

Kochansky-Devidé V., Milanović M. Donjopermske fuzulinide I vapnenačke alge područja Tare u Crnoj Gori // Geološki Vjesnik. 1962. V. 15, N 1. P. 195–227.

Kobayashi F. Fusulinaceans contained in pebbles of the intraformational conglomerate of the Kanyo Formation, north of Itsukaichi, southern Kwanto Mountains, Japan // Humans and Nature. 1993. V. 2. P. 125–137.

Kobayashi F. Early Permian fusulinaceans in the Hanagiri-Shimokuzu area, eastern part of the Kanto Mountains, Japan // Nature and Human Activities. 2005. V. 9. P. 11–31.

Leven E.Ja. Permian stratigraphy and fusulinida of Afghanistan with their paleogeographic and paleotectonic implications // Geological Society of America Special Paper. C.H. Stevens and D.L. Baars (eds.). 1997. V. 316. 134 p. Leven E.Ja., Davydov, V.I. Stratigraphy and fusulinids of the Kasimovian and lower Gzhelian (Upper Carboniferous) in the southwestern Darvaz (Pamir) // Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. 2001. V. 107, N 1. P. 3–46.

Morikawa R., Isomi H. A new genus, *Biwaella*, *Schwagerina*-like *Schubertella* // Science Reports of the Saitama University, Series B: Biology and Earth Sciences. 1960. V. 3. P. 301–305.

Orchard M.J., Cordey F., Rui L. et al. Biostratigraphic and biogeographic constraints on the Carboniferous to Jurassic Cache Creek Terrane in central British Columbia // Canadian J. Earth Sci. 2001. V. 38. P. 551–578.

Rauser-Chernousova D.M., Bensh F.R., Vdovenko M.V., Gibshman N.B., Leven E.Y., Lipinia O.A., Reitlinger E.A., Solovieva M.N., Chediya I.O. Reference-book on the systematics of Paleozoic foraminifera (Endothyroida, Fusulinoida). M.: Nauka, 1996. 207 p.

Scotese C.R. Atlas of Permo-Carboniferous paleogeographic maps (Mollweide projection), Maps 53–64 // The Late Paleozoic, PALEOMAP Atlas for ArcGIS, PALEOMAP Project. V. 4. 17 p.

Skinner J.W. Primitive fusulinids of the Mid-Continent region // J. Paleontol. 1931. V. 5, N 3. P. 253–259.

Skinner J.W., Wilde G.L. Lower Permian (Wolfcampian) fusulinids from the Big Hatchet Mountains, southwestern New Mexico // Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research. 1965a. V. 16, N 3. P. 95–104.

Skinner J.W., Wilde, G.L. Permian biostratigraphy and fusulinid faunas of the Shasta Lake area, northern California // The University of Kansas Paleontological Contributions: Protozoa. 1965b. V. 6. 98 p.

Staff H., Wedekind R. Der Oberkarbon foraminiferen sapropelit Spitzbergens // Mineralogisk-Geologiska Institutionen Uppsala Universitet. 1910. V. 10. P. 81–123.

Stevens C.H., Stone P. The Pennsylvanian-Early Permian Bird Spring carbonate shelf, southeastern California: Fusulinid biostratigraphy, paleogeographic evolution, and tectonic implications // Geol. Soc. America Spec. Paper. 2007. N 429. 82 p.

Thompson M.L., Hazzard, J.C. Permian fusulinids of southern California // Geol. Soc. America Mem. 1946. V. 17. P. 37–53.

Wang K.L., Sun X.F. Carboniferous and Permian foraminifera of the Chinling Range and its geologic significance // Acta Geologica Sinica. 1973. N 2. 137–171.

Wilde G.L. Pennsylvanian-Permian fusulinaceans of the Big Hatchet Mountains, New Mexico // New Mexico Mus. Nat. Hist. and Sci. Bull. 2006. V. 38. 331 p.

Zandkarimi K., Najafian B., Bahrammanesh M., Vachard, D. Permian foraminiferal biozonation in the Alborz Mountains at Valiabad section (Iran) // Permophiles. V. 60. P. 10–16.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ВПАДИНЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ – ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА КЕРНОВ ДОННЫХ ОСАДКОВ

О.В. Руденко¹, Е.Е. Талденкова², Н.О. Аверкина², В.В. Енина¹

¹Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, olrudenko2011@yandex.ru, enina.viktorya@yandex.com ²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, etaldenkova@mail.ru, natal-y@mail.ru

POSTGLACIAL DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS IN THE CENTRAL DEPRESSION OF THE BARENTS SEA INFERRED FROM THE COMPLEX ANALYSIS OF MARINE SEDIMENT CORES

O.V. RUDENKO¹, E.E. TALDENKOVA², N.O. AVERKINA², V.V. YENINA¹ ¹Turgenev Oryol State University, Oryol ²Lomonosov Moscow State University, Moscow

Based on the coherent stratigraphic distribution of multiple proxies, including lithology, grain size, coarse debris, and composition of fossil remains (pollen, spores, aquatic palynomorphs, benthic and planktic foraminifera), we distinguish three main sedimentary units representing major stages in the development of postglacial sedimentary environments in the Central Deep of the Barents Sea, likely related to changing climatic conditions. *Key words*: microfossils, sedimentary units, postglacial, Central Deep, Barents Sea.

Материал для исследований получен в 2014 г. в рейсах научно-исследовательских судов ОАО «Мурманской арктической геологоразведочной экспедиции» (МАГЭ, г. Мурманск) в ходе донного опробования в рамках ГСШ 1:1000000 масштаба. Две грунтовые колонки, 201401/12 (75°30,535'с.ш.; 42°38,030'в.д.; длина 215 см) и 201402/31 (75°20,757'с.ш.; 43° 47,663'в.д.; длина 235 см) подняты в Центральной впадине Баренцева моря с глубины 340 и 310 м соответственно. Проведено комплексное изучение осадков на предмет их литологического состава, весового процентного содержания фракции >63 мкм, распределения по разрезу ископаемых остатков (пыльцы, спор, водных палиноморф, бентосных и планктонных фораминифер). Последующее сравнение полученных данных с опубликованными ранее материалами по строению осадочной толщи шельфа Баренцева моря (Корсун и др., 1994; Polyak et al., 1995; Polyak, Mikhailov, 1996; Мурдмаа, Иванова, 1999; Voronina et al., 2001) позволили предварительно выделить в кернах изученных колонок три осадочных горизонта. Эти горизонты характеризуют основные этапы развития бассейна осадконакопления, и, вероятно, связаны с изменением климатических условий.

Горизонт 3 представлен темно-серыми глинистыми отложениями с многочисленными включениями крупных терригенных обломков и низкой концентрацией микрофоссилий с абсолютным преобладанием переотложенной, преимущественно мезозойской пыльцы, единичными видами криофильных цист динофлагеллат *Islandinium minutum* (Harland et Reid in Harland *et al.*) и смешанной ассоциацией фораминифер с признаками переотложения (рис.1). Особенности литологии осадков и состав микрофоссилий свидетельствуют об условиях седиментации в опресненном проксимальном ледниково-морском бассейне, предположительно на этапе ранней дегляциации (приблизительно > 15 кал. тыс. лет назад).

Горизонт 2 представлен мелкослоистыми серовато-бурыми песчано-глинисто-алевритовыми илами с крупнообломочными включениями материала айсбергового разноса, высокой процентной долей пыльцы злаков, полыни и карликовых берез в пыльцевых спектрах, единичными цистами *Islandinium minutum* (Harland et Reid in Harland *et al.*) в группе водных палиноморф и доминированием *Elphidium clavatum* Cushman в ассоциации фораминифер. Литологический и палеонтологический состав осадков горизонта 2 позволяет предполагать, что они накапливались в дистальном ледниково-морском бассейне со значительным ледовым покровом на этапе поздней дегляциации (~12–15 кал. тыс. лет назад).

Горизонт 1 (<12 кал. тыс. лет назад) представлен мягко-пластичными оливково-серыми илами с примазками моносульфидов железа, следами полихет и резко увеличившимися концентрацией и таксономическим разнообразием органических остатков. В споровопыльцевых спектрах доминирует пыльца березы и сосны, споры папоротников и плаунов, появляется единичная пыльца липы, вяза и лещины, в палиноспектрах из ненарушенного поверхностного слоя донных осадков Баренцева моря маркирующая зону распространения атлантических вод (Руденко, Полякова, 2001). В группе водных палиноморф резко возрастает доля цист динофлагеллат Operculodinium centrocarpum sensu Wall et Dale. В ассоциации бентосных фораминифер проявляется пик арктического вида Cassidulina reniforme Nørvang на фоне увеличения доли Elphidium clavatum Cushman и Islandiella norcrossi Cushman, а также спорадически встречаются экзотические виды планктонных фораминифер, характерные для более низких широт. Состав микрофоссилий и характерные литологические особенности осадков горизонта 1 позволяют предполагать стабильные, нормально-морские условия осадконакопления с возросшим влиянием адвекции атлантических вод и подразделить его на три слоя, соответствующих климатическим циклам раннего (около 12–10,5 кал. тыс. лет назад), раннего-среднего (около 10,5-6 кал. тыс. лет назад) и позднего голоцена (<около 6 кал. тыс. лет назад) (рис.1).



ранняя дегляциация (>15 кал. тыс. л.н.)

Рис.1. Корреляция разрезов колонок 2014/01-12 и 2014/02-31 и руководящие виды микрофоссилий в донных осадках Центральной впадины Баренцева моря

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Мурдмаа И.О., Иванова Е.В. Послеледниковая история осадконакопления в шельфовых впадинах Баренцева моря // Литология и полезн. ископаемые. 1999. № 6. С. 576–595.

Руденко О.В., Полякова Е.И. Особенности формирования спорово-пыльцевых спектров в поверхностных осадках Баренцева моря // Седиментологические процессы и эволюция морских экосистем в условиях морского перигляциала. Апатиты: КНЦ РАН, 2001. С. 111–120.

Polyak L., Lehman S.J., Gataullin V., Jull A.J.T. Two-step deglaciation of the southeastern Barents Sea // Geology. 1995. V. 23, N 6. P. 567–571.

Polyak L., Mikhailov V. Post-glacial environments of the southeastern Barents Sea: foraminiferal evidence // Late Quaternary paleoceanography of the North Atlantic margins. Andrews J.T. et al. (eds.). Geol. Soc. Spec. Publ. 1996. N 111. P. 323–337.

Voronina E., Polyak L., de Vernal A., Peyron O. Holocene variations of sea-surface conditions in the southeastern Barents Sea reconstructed from dinoflagellate cyst assemblages // J. Quaternary Sci. 2001. V. 16. P. 717–726.

СООБЩЕСТВА ФОРАМИНИФЕР ТУРОНА – КОНЬЯКА («КАМЕННЫЙ БРОД», ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ): ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ И БИОСТРАТИГРАФИЯ

И.П. Рябов¹, П.А. Прошина²

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, ryaboff.il@yandex.ru ²Геологический институт РАН, Москва, lina.not@mail.ru

FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES FROM TURONIAN TO CONIACIAN («KAMENNYI BROD», VOLGOGRAD REGION): PALEOECOLOGY AND BIOSTRATIGRAPHY

I.P. RYABOV¹, P.A. PROSHINA²

¹Saratov State University named N.G. Chernyhevsky, Saratov ²Geological institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The Turonian-Coniacian foraminiferal assemblages of the south part of Ulianovsk-Saratov trough have been researched by paleoecological and biostratigraphy methods. Biozones by benthic foraminifera and beds by planktic foraminifera (family Heterohelicidae) have been determined. Boundaries between stages by benthic and planktic foraminifera have not been correlated. Thus, a reliable position of the Turonian-Coniacian boundary is discussing in the "Kamennyi Brod" section. Data by invertebrates has not been attracted.

Key words: Foraminifera, Turonian, Coniacian, Volgograd Region, biostratigraphy, paleoecology.

Первые данные о строении верхнемеловых отложений бассейна р. Иловля (правобережное Поволжье) представлены в работах А.Д. Архангельского (1908, 1912). Целенаправленное изучение верхнемеловых, в частности, турон–коньякских отложений Нижнего и Среднего Поволжья связано с проведением на рубеже 40-50-ых годов XX века геолого-съемочных и структурно-поисковых работ, в ходе которых отложения турона–коньяка традиционно рассматривались как единый стратон. Такое представление сохранялось до настоящего времени, несмотря на попытки выделения коньяка по фораминиферам (Барышникова, 1955, 1959).

Разрез Каменный брод, известный с начала второго десятилетия XIX в., расположен в юго-западной части правобережного Поволжья близ одноименного села (рис. 1). Здесь обнажаются породы сеноманского, туронского, коньякского и сантонского возраста. Наиболее полно обнажены отложения турона-коньяка, которые представлены переслаивающейся толщей карбонатно-глинистых пород.

Бентосные фораминиферы (БФ). Выделение зон по БФ проводилось в соответствии со схемой деления верхнего мела для Восточно-Европейской платформы (ВЕП) (Беньямовский, 2008 a, б) с учетом последних поправок (Вишневская и др., 2018). Всего в разрезе установлено 5 зон (рис. 2).

Зона Gavelinella moniliformis moniliformis, G. ammonoides (LC4), отвечающая среднему турону, представлена подзонами Gavelinella ammonoides/Marssonella oxycona (LC4a) и Gavelinella moniliformis ukrainica (LC4b). Подзоны установлены по появлению видов-индексов. Показательна находка *Lituolla irregularis* (Roemer) – внешне очень характерный вид, отмеченный как типичный для верхнего турона при его двучленном делении в схеме для Maнгышлака (Bacиленко, 1961). Зона Stensioeina praeexculpta/Ataxophragmium compactum (LC5), охватывающая средний и верхний турон, представлена в объеме подзоны Protostensioeina praeexculpta (LC5a). Эта подзона характеризует начало «стенсиоинового» этапа развития позднемеловых фораминифер. Следует отметить, что в разрезе отсутствуют подзоны LC5b и LC5c, отвечающие «атаксофрагмиевому» и «раузелловому» этапам развития соответственно, виды-индексы которых начинают свое развитие в верхнем туроне. Зона Protostensioeina emscherica/Pseudovalvulineria kelleri kelleri (LC6), отвечающая нижнему коньяку, представлена в объеме своей нижней подзоны Protostensioeina emscherica/P. granulata (LC6a), установленной по появлению видов индексов, а также ряда типичных представителей раннеконьякских сообществ БФ – *Ataxophragmium compactum* Brotzen, *Pseudovalvu*-



Рис. 1. Схема структурно-фациального районирования (поздний мел) территории Нижнего и Среднего Поволжья (Государственная ..., 2009). Цифрами обозначены геологические объекты: 1 – Каменный брод 1; 2 – Каменный Брод 2

lineria praeinfrasantonica (Mjatluk,), Reussella kelleri Vasilenko. Данный интервал насыщен биособытиями, и к наиболее значимым можно отнести появление Protostensioeina bohemica (Jirova) и P. granulata incondita (Koch) [=Protostensioeina emscherica (Baryschnikova)], P. sp. B (Dubicka, Peryt, 2014). Зона Pseudovalvulineria thalmanni (LC7), отвечающая среднему коньяку, установлена по появлению вида-индекса и характеризуется значительным преобладанием БФ над ПФ (планктонными фораминиферами) (рис. 3). В основании слоя 4 появляются первые неофлабеллины – Neoflabellina weedekindi Koch, N. rugosa leptodisca (Wedekind), N. cf. suturalis suturalis (Cushman). Зона Stensioeina exculpta exculpta (LC8) представленная в данном разрезе подзоной Cibicidoides eriksdalensis (LC8c) (нижний сантон), значительно отличается по видовому и количественному составу от прочих. Комплекс здесь беден, характеризуется первым появлением Spiroloculina cretacea Reuss, Cibicidoides eriksdalensis (Brotzen), Cibicides excavatus Brotzen, Loxostomum eleyi (Cushman), типичных для нижнего сантона, зона Pseudovalvulineria vombensis.

На основании данных по БФ, граница туронского и коньякского ярусов проходит между образцами 74 и 75 (рис. 2). Таким образом, в разрезе Каменный Брод впервые установлен наиболее полный интервал коньяка Правобережного Поволжья.

Планктонные фораминиферы гетерогелициды. ПФ семейства Heterohelicidae распространены по разрезу неравномерно, демонстрируя невысокое разнообразие таксонов. При их определении была использована прикладная систематика (Georgescu, 2016). Установлены *Heterohelix paraglobulosa* (Georgescu et Huber), вид характерный для позднего сеномана-коньяка, *Pseudoguembelina praehuberi* (Georgescu), распространение которого ограничено туронским ярусом, *H. directa* (Aliyulla), известный для отложений турона – раннего

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

с Ъярус та	ита	бис	озоны	Б		CTb,	óp.	БФ	ΠΦ (Heterohelici	idae)		
ярус	подъя	свита	подсв	(Бенья 200	імовский,)8а,б)	Ne cho	литология	онтом	NeNe o	Биособытия	Биособытия	Слои с (Наст. раб.)
Сантонский	средний нижний		средняя	LC 8	vulineria thalmmanni LC 7 LC 8c	4		8,3-8,5	•12 •4 •5 •6 •7 •8 910 •11 •12 •13 •14 •15 •17 •18 •19 •20 •21	 Pseudovalvulineria postthalmanni, Cibicidoides eriksdalensis, Cibicides excavatus, Loxostomum eleyi, Pseudovalvulineria vombensis Neoflabelina cf. suturalis suturalis Neoflabelina rugosa sphenoidalis Neoflabelina wedekinidi Eouvigerina cretacea 	Встречаемость ПФ крайне редкая	
					Pseudovalv	5	×	7.3-7.5	• 22 • 23 • 24 • 25 • 26 • 27 • 28 • 29 • 30	 Protostensioeina granulata perfecta, P. sp. A, Gavelinella costulata, Pseudovalvulineria thalmani, G. umbilicatula, G. pertusa 	WHeterohelix papula	ulosa / ula
Коньякский		Вольская		kelleri kelleri LC 6	ulata LC 6a	6		4,0	· 31 · 32 · 33 · 34 · 35 · 36 · 37 · 38 · 39 · 40 · 41 · 42 · 43 · 44	Pseudovalvulineria sp. B G. moniliformis ukrainica Protostensioeina bohemica, P.granulata incondita, Planularia decora		Heterohelix paraglo H. reussi / H. pa
	нижний		нижняя	Protostensioeina emscherica/Pseudovalvulineria I	Protostensioeina emscherica/P. granu	7		12,6-12,7 3,1	$ \begin{array}{r} 45 \\ 44 \\ $	Marssonella oxycona Pseudovalvulineria sp. A, Protostensioeina sp. D Protostensioeina sp. B, Pseudovalvulineria aff. lorneiana	Pseudoguembelina praehuberi √Heterohelix directa	Pseudoguembelina praehuberi
				-	ja				•68 •69 •70 •71 •72 •73 •74 •75	Pseudovalvulineria praeinfrasantonica Reussella kelleri, Eouvigerina cretacea, Ataxophragmium compactum, VT. selmensis Pseudovalvulineria kelleri kelleri	∫Pseudoguembelina praehuberi	ecta



ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24–29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

pact	H5I	ROIC	Питополия	oop.	CHA1	CHA2	CHA3	CHA5 CHB1	CHB4	CHB5	CHB7	CHC2	CPB	Спирально-винтовь	e/ no	ПФ/БФ, %	
t, Bo3	sc 30	NI I		<u> </u>		0 2 8 8 2 8 8	70 H			° 2 8 2 2	0 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	0 0 0	01-		8.588	8882888	
K,k, (K,s	LC 7 IC	4		101 131 137 137 137 137 137 137 145 15 15 15 15 15 15 15 15 15 1										Количество По <5% от общего количества раковин		БΦ	
K,k,	LC 6a	7		0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0										Chipanako-awirtoase		D	
Ks Ktta	LC 4a LC 4b LC 5a	8 9	0,5 - 1,0 M 0,7 - 1,0 M	·75 ·76 ·777 ·78 ·79 ·80 ·81 ·13/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·12/2 ·77 ·78 ·79 ·80 ·81 ·77 ·78 ·79 ·80 ·81 ·77 ·78 ·79 ·80 ·81 ·12/2 ·77 ·78 ·79 ·80 ·81 ·12/2 ·77 ·78 ·79 ·80 ·81 ·12/2 ·12										Трохоидные	X X X X	arrinorningwiedune	

Рис. 3. Количественные соотношения ПФ и БФ, а также выделяемых среди них морфогрупп и морфотипов. Видно явное преобладание морфогрупп CHA1 и CHA2 среди БФ

маастрихта, *H. reussi* (Cushman), охватывающий интервал с позднего турона до маастрихта, и *H. papula* (Belford), характерный для позднего коньяка – раннего сантона.

Анализ распространения изученных видов позволил выявить стратиграфическую последовательность из 6 слоев с гетерохелицидами (рис. 2). По первому появлению вида-индекса выделены (снизу вверх): слои с Heterohelix paraglobulosa, слои с H. reussi – оба слоя моновидовые, отвечающие сеноман-туронскому времени; слои с H. papula, слои с H. directa и вышележащие слои с Pseudoguembelina praehuberi, установленные по распространению вида-индекса, которые ограничены туронским ярусом. Вышележащий интервал отвечает слоям с H. paraglobulosa/H. reussi/H. papula, установленными по совместной встречаемости этих трех видов, что соответствует коньякскому веку. В верхах разреза (обр. 17) встречены единичные сантонские формы *H. striata* (Cushman).

Таким образом по ПФ (гетерогелицидам) граница турона и коньяка располагается не ниже уровня исчезновения *Pseudoguembelina praehuberi* (Georgescu) (обр. 45), что не согласуется с данными по БФ. Это можно объяснить явлением диахронности биособытий, которое отмечается многими исследователями при корреляции бистратиграфических границ по разным группам макро- и микрофоссилий.

Для проведения палеоэкологического анализа сообществ БФ использовалось деление на морфогруппы в соответствии с особенностями строения и формы раковины, что связано с условиями обитания (Frenzel, 2000). В разрезе Каменный Брод среди БФ преобладают представители эпифауны (морфогруппа CHA1-5), что указывает на небольшие глубины со спокойной динамикой вод. В виду малого количества агглютинирующих форм они не исследовались в объеме отдельных морфогрупп. Преобладание видов БФ с известковой стенкой раковины, указывает на благоприятные условия для накопления карбоната кальция.

Уровни экологических перестроек фораминиферовых сообществ на границах биозон прослеживается на графиках общего палеоэкологического анализа сообществ фораминифер (рис. 3). Так, сеноман-туронский и раннеконьякский этапы характеризуются количественным преобладанием ПФ (40–70% от общего количества), а также невысоким видовым разнообразием БФ (индекс Шеннона H=1,8–2,7). Это является следствием трансгрессии тетических водных масс. Также для коньякских отложений по соотношению ПФ/БФ, прослежена регрессивная стадия развития бассейна. Это выражено в уменьшении количества планктонных форм на рубеже нижнего-среднего коньяка и в увеличении видового разнообразия сообществ БФ (индекс Шеннона H=2,0–3,2). Приведенные данные свидетельствуют о начале регрессивных процессов с конца раннеконьякского времени. Были проанализированы соотношения гетерогелицид и глоботрунканид (рис. 3) – ПФ, принадлежащих к наиболее мелководному морфотипу. Глоботрунканиды, которые являются более глубоководными (Горбачик, Копаевич, 1992), превалируют в нижней, туронской части разреза, уступая преимущество гетерогелицидам в раннем коньяке, что подтверждает предположение о понижении уровня моря. Стоит добавить, что короткофокусные флуктуации уровня моря характерны для турона и коньяка Восточно-Европейской платформы (Kopaevich, Vishnevskaya, 2016).

В разрезе установлены интервалы преобладания гетерогелицид над глоботрунканидами, которые могут маркировать возможные понижения уровня моря. Однако в ряде образцов (№№ 34, 39, 45, 64, 72), где доминируют гетерогелициды, встречены наряду с этим и тетические так называемые «глубоководные» килеватые формы ПФ. Таким образом, смена доминантов определяется палеобстановками.

Авторы выражают благодарность Е.М. Первушову, Л.Ф. Копаевич, Е.М. Тесаковой, Д.М. Георгеску за ценные советы и всестороннюю поддержку. Исследования проведены в соответствии с планами научно-исследовательской работы ГИН РАН (тема 0135-2018-0036).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Архангельский А.Д. О меловых и третичных отложениях Камышинского уезда Саратовской губернии. Отчет по исследованиям 1905 г. // Мат-лы для геологии и минералогии России. 1908. Т. 23, вып. 2. С. 431–489.

Архангельский А.Д. Верхнемеловые отложения востока Европейской России // Мат-лы для геологии России. 1912. Т. 25. 631 с.

Барышникова В.И. Стратиграфия верхнемеловых отложений бассейна среднего течения Дона по фауне фораминифер // Научная конференция по стратиграфии мезозоя и палеогена Нижнего Поволжья. Тезисы докладов. Саратов: изд-во Саратовск. ун-та. 1955. С. 62–64.

Барышникова В.И. О расчленении турон-коньякских отложений бассейна среднего течения р. Дона // Уч. запи. СГУ им. Н.Г. Чернышевского. Саратов: изд-во Саратовск. ун-та, 1959. Т. 65. С. 65–77.

Беньямовский В.Н. Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 1. Сеноман – коньяк // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008а. Т. 16, № 3. С. 36–46.

Беньямовский В.Н. Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 2. Сантон-маастрихт // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008б. Т. 16, № 5. С. 62–74.

Василенко В.П. Фораминиферы верхнего мела п-ова Мангышлака // Тр. ВНИГРИ. 1961. Вып. 171. 487 с.

Вишневская В.С., Копаевич Л.Ф., Беньямовский В.Н., Овечкина М.Н. Корреляция верхнемеловых зональных схем Восточно-Европейской платформы по фораминиферам, радиоляриям и нанопланктону // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2018. № 1. С. 26–35.

Горбачик Т.Н., Копаевич Л.Ф. Влияние меловых событий на эволюцию глоботрунканид // Геологическая история Арктики в мезозое и кайнозое. СПб., 1992. С. 17–29.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист М-38 – Волгоград. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2009. 399 с.

Frenzel P. Die benthischen Foraminiferen der Rügener Schreibkreide (Unter-Maastricht, NE-Deutschland) // Neue Paläontologischen Abhandlungen. 2000. V. 3. P. 1–361.

Georgescu M.D. Handbook of Late Cretaceous Planktic Foraminifera (Practical Classification, Biostratigraphy). Nova Science Publishers, Inc., New York, 2016. 320 p.

Kopaevich L.F., Vishnevskaya V.S. Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea–Caucasus area: palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2016. V. 441, N 3. P. 493–515.

БЕНТОСНЫЕ МЯГКОРАКОВИННЫЕ ЭУКАРИОТЫ (FORAMINIFERA, ALLOGROMIIDA) КАК ВОЗМОЖНЫЕ ОБЪЕКТЫ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ ЛЕТОПИСИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЧЕРНОГО МОРЯ

Н.Г. Сергеева

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, nserg05@mail.ru

BENTHIC SOFT-SHELLED EUKARYOTES (FORAMINIFERA, ALLOGROMIIDA) AS POSSIBLE ELEMENT OF THE SEDIMENTARY RECORD OF THE BLACK SEA BOTTOM SEDIMENTS

N.G. SERGEEVA

Institute of Marine Biological Research A.O. Kovalewsky, Russian Academy of Sciences, Sevastopol

Studying marine benthic communities often researchers ignore of the protozoans, making accent only on the manycell organisms, which limits an evaluation real role of the protozoa role in the benthos trophic links and the circulation of organic substance in the bottom ecosystems. Mention the soft-shelled foraminiferans in the sedimentology records is being limited. However, some authors assume that among representatives of Allogromiida, having protein shells, which not preserved in as fossils one should look for the ancestors of all the other foraminifera. In the last decades there appeared information about selective ability of the soft-shelled foraminifera from the genus *Psanmophaga* Arnold to accumulate in the cell cytoplasm the crystals of definite minerals from the environment. Corresponding to these minerals, two species new for science have been described – *Psanmophaga magnetica* Pawlowski et Majewski and *P. zirconia* Sabbatini et al. At the Black and Azov seas representatives of the given genus are a widely spread spatially and bathymetrically. The purpose of the given report to presented to scientists of the different fields of marine sciences new information about ability to accumulate by some soft-shelled foraminifera of the Black and Azov seas of the crystals of minerals of unknown nature. When dying numerous soft-shelled foraminifera with aggregated crystals in the cytoplasm possibly they can form micro zones on the surface and inside the bottom sediments with more high concentration of mineral components, which possibly will be interesting and useful for specialists at interpretation of some obtained data.

Key words: Foraminifera, Allogromiida, crystals of minerals, Black Sea.

При изучении структуры донных сообществ в литературе принято условно выделять три группировки размерных совокупностей бентосных организмов (макро-, мейо- и микробентос), каждая из которых играет определенную роль в функционировании экосистем бентали. Макробентос, по классификации М. Мэр (Mare, 1942), группировка организмов, размеры которых более 1 мм, мейобентос – микроскопические организмы, размером в пределах 0,1–1,0 мм, и микробентос, размером, не превышающим 0,1 мм. Применение данного подхода с учетом таксономического критерия в дифференциации указанных размерных группировок в составе бентосных сообществ в настоящее время дискутируется. Отметим, что во многих современных работах (Higgins, Thiel, 1988; Giere,2009; Sergeeva et al., 2017) нижний и верхний пределы размеров мейофауны укладываются в диапазон 63 мкм – 2 мм.

Результаты многолетних исследований мейобентоса Черного и Азовского морей принесли обширную информацию о разнообразии, широком пространственном и батиметрическом распределении представителей донных Protozoa (Foraminifera, Gromiidea, Ciliophora). Их вклад в структуру сообществ бентали значителен (Заика, Сергеева, 2009; Сергеева, Аникеева, 2006; Gooday et al., 2011; Sergeeva, Dovgal, 2014, 2016; Sergeeva et al., 2012, 2017; Sergeeva, Anikeeva, 2008, 2013). Согласно полученным данным простейшие являются важным компонентом мейобентосных сообществ, при этом на них приходится значимая доля общей численности донной фауны. Бентические протисты, в частности мягкораковинные фораминиферы, многочисленны и широко распространены в этих водоемах от прибрежной зоны (условия нормоксии) до 300 м глубины, а некоторые виды – до максимальных глубин (условия гипоксии и аноксии, сопряженные с сероводородом) (Sergeeva et al., 2012; Sergeeva, Mazlumyan, 2015; Sergeeva et al., 2015, 2016). Несмотря на их значимую роль в водоемах, бентосных простейших, как неотъемлемую компоненту донных сообществ, по разным причинам исследователи часто игнорируют. Однако, достаточно активно изучаются морфология, систематика, распределение отдельных представителей современных бентосных протозоа.

В составе Foraminifera протисты группируются в отдельные отряды: твердораковинные формы (hard-shelled 'monothalamous' или 'polythalamous') и мягкораковинные формы ('soft-walled' или 'soft-shelled') с мягкой гибкой раковиной из органического материала (отряд Allogromiida). У многих из них органические стенки агглютинированы мельчайшими минеральными и детритными частицами (отряд Astrorhizida, семейства Saccamminidae и Psammosphaeridae). В основном это однокамерные ('monothalamous') формы, за небольшим исключением среди аллогромиид.

Фауна твердораковинных фораминифер Черного моря хорошо изучена (Янко, Троицкая, 1987; Янко, Воробьева, 1991; Temelkov et al., 2006; Golemansky et al., 2007). Первые упоминания о мягкораковинных фораминиферах Черного моря датируются концом прошлого века (Сергеева, Колесникова, 1996; Golemansky, 1999).

В отличие от твердораковинных форм, фоссилии мягкораковинных фораминифер в виде остатков организмов не известны, поэтому не попадают в поле зрения микропалеонтологов и геологов. Это ограничивает возможности изучения некогда существовавшей данной фауны, понимания истории ее видообразования и решения важных вопросов палеогеографии этих протистов. Все сведения о фауне, экологии, географическом распределении аллогромиид в литературе освещаются на основе изучения только современных форм.

Считается, что среди представителей отряда Allogromiida, обладающих белковыми раковинами, несохранившихся в ископаемом состоянии, следует искать предков всех прочих фораминифер. Ян Павловски с соавторами (Pawlowski et al., 2003) предполагает, что существование однокамерных фораминифер в значительной степени предшествует появлению многокамерных видов. Возможно, некоторые из этих ранних фораминифер (включая *Psammophaga*, Saccamminidae) имели богатые минералами раковины (Pawlowski et al., 2011) и могли бы процветать в условиях недостатка кислорода (Bernhard et al., 2006), оставляя ископаемую летопись.

Ограниченность знаний о морфологии и таксономическом разнообразии, биологии, экологии и роли мягкораковинных фораминифер в круговороте веществ морских экосистем объясняет, почему многие исследователи донных сообществ вообще не принимают эти организмы за объекты животного мира. Базируясь на собственных данных, можно утверждать: фауна этих одноклеточных эукариот весьма разнообразна, многочисленна, играет значимую роль в круговороте веществ донных экосистем Азово-Черноморского бассейна (Сергеева,2016; Sergeeva, Anikeeva, 2013; Sergeeva et al., 2017).

В данном сообщении наша цель – показать некоторые формы черноморских донных протистов, не подверженных фоссилизации, так как они не имеют жестких структур (известковых и песчанистых), но защищены только тонкими прозрачными протеиновыми оболочками. Некоторые такие виды могут быть в разной степени агглютинированы мельчайшими детритными или минеральными частицами. В тоже время, существуют виды, которые в процессе жизненного цикла аккумулируют в клетке минеральные частицы и многочисленные створки диатомовых, как правило, однотипные.

В Черном море фауна рассматриваемых фораминифер представлена 13 видами, 25 морфовидами (определены до рода) и 50 морфотипами (определены до семейства Allogromiidae, Saccamminidae и Psammosphaeridae). В Азовском море, по нашим пока неполным данным, список этих фораминифер включает три вида и 10 морфотипов. Более 60 представителей из различных прибрежных и глубоководных акваторий водоема имеются в коллекциях ИМБИ РАН (Севастополь) и требуют дальнейшего детального изучения. В качестве примера, на рис. 1 представлены некоторые Азово-Черноморские мягкораковинные фораминиферы для демонстрации их морфологического разнообразия, включая форму тела и размеры.

В последнее десятилетие появилась информация о селективной способности мягкораковинных фораминифер рода *Psammophaga* Arnold аккумулировать в цитоплазме клетки кристаллы определенных минералов (магнетита, титаномагнетита и циркона). В акватории Антарктического полуострова обнаружены два вида рода *Psammophaga*, несущих в своей цитоплазме кристаллы магнетита и титаномагнетита, а в Адриатическом море – один вид с

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Некоторые виды и морфотипы мягкораковинных фораминифер Черного и Азовского морей

включением в цитоплазме кристаллов циркона (51%), окиси титана (27%) (Pawlowski et al., 2011; Sabbatini et al., 2016).

В соответствии с названными минералами авторами описаны два вида, новые для науки Psammophaga magnetic Pawlowski et Majewski и P. zirconia Sabbatini et al. и уточнена видовая принадлежность Allogromia crystallifera Dahlgren как P. crystallifera (Dahlgren). Необходимо отметить, что авторы, переводя A. crystallifera в род Psammophaga, фокусируют внимание на присутствии минеральных частиц, распределенных более или менее равномерно по всей ее цитоплазме, как на отличительную характеристику последнего рода Psammophaga (Pawlowski, Majewski, 2011). Явная селективная способность Psammophaga cf. P. crystallifera и P. magneta к накоплению минеральных кристаллов в цитоплазме делает их особенно привлекательными для исследования взаимодействия этих фораминифер с окружающей средой. Для изучения подобной избирательной способности другими видами данного рода авторы протестировали представителей псаммофаг из другого района. В результате этих предварительных исследований подтверждено наличие кристаллов титанового магнетита в цитоплазме и других видов рода, хотя локальные донные осадки не отличались богатством этого минерала. Другие авторы (Sabbatini et al., 2016) полагают, что, вероятно, существует видоспецифичная избирательность тех или иных минералов различными видами псаммофаг.

Наиболее вероятной гипотезой, объясняющей способность рода *Psammophaga* выбирать и поглощать циркон и другие тяжелые минералы, является поведенческий характер вида. Очевидно, это преимущество для сохранения стабильности организма в осадке и, следовательно, более эффективной трофической стратегии.

И, наконец, авторы высказывают предположение: способность мягкораковинных микрофоссилий, образующих тонкий алюмосиликат в докембрийской геологической летописи, делает их полезными в качестве ценных свидетельств ранней эволюции фораминифер, так как уже тогда присутствовала биологическая агглютинация у этой группы видов.

Psammophaga zirconia авторы рассматривают как новый задокументированный пример среди фораминифер, способных к очень интригующим предпочтениям в поглощении минералов, тем самым иллюстрируя, что эта особенность, вероятно, возникла очень рано в их эволюции. Механизм избирательности минералов фораминиферами пока не ясен и авторами не обсуждается (рис. 2).

Данный род фораминифер (*Psammophaga*) имеет широкое пространственное и батиметрическое распределение в Черном и Азовском морях. В наших сборах имеется более десяти морфотипов *Psammophaga*, и каждый из них имеет в цитоплазме кристаллические включения черного цвета, что напоминает таковые в описанных видах *P. magnetica*, *P. crystallifera* и *P. zirconia*.

Необходимо заметить, что такие включения регистрируются почти исключительно у представителей рода *Psammophaga* (рис. 3). Топография и плотность упаковки кристаллов в клетках различна, но, как правило, максимальна в передней части клетки. Со временем станет ясно, можно ли будет учитывать особенность в распределении кристаллов в цитоплазме при идентификации этих представителей до статуса вида в Черном и Азовском морях.

Автор данного сообщения не является специалистом в области геологии и палеонтологии, но считает необходимым показать некоторые характерные черты в структуре клеток аллогромиид, связанные с биологией организмов. Способность к аккумуляции кристаллов минералов не установленной природы некоторыми видами мягкораковинных фораминифер Черного и Азовского морей ускользает от внимания ученых при исследовании данного бассейна. Можно предполагать, что при отмирании многочисленные мягкораковинные фораминиферы разлагаются. При этом агрегированные в их цитоплазме кристаллы минералов и створки диатомовых, соединенные органической тканью, могут формировать на поверхности дна и в толще донных осадков микроплощадки с более высокой их концентрацией. Знания о таких структурах, возможно, будут интересны и полезны специалистам при интерпретации данных в областях палеонтологии и геологии.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ РАН 'Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана', № регистрации АААА-А18-118020890074-2.



Рис. 2. Механизм избирательности минералов фораминиферами. A - Psammophaga cf. *P. crystallifera* (Dahlgren); Б – *P. magnetic* Pawlowski et Majewski; В – *P. zirconia* Sabbatini et al. (по Pawlowski et al 2011; Sabbatini et al., 2016)
ТРУДЫ XVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24–29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 3. Представители мягкораковинных фораминифер семейства Saccamminidae с различной топографией аккумулированных в цитоплазме минеральных кристаллов (Черное и Азовское моря)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Заика В.Е., Сергеева Н.Г. Вертикальное распределение глубоководных инфузорий в Черном море // МЭЖ. 2009. Т. 8, № 12. С. 32–36.

Сергеева Н.Г. Мягкораковинные фораминиферы Черного и Азовского морей // Мат-лы Всеросс. конф., посвященной 145-летию Севастопольской биологической станции. Севастополь, 2016. С. 141–145.

Сергеева Н.Г., Аникеева О.В. Мягкораковинные фораминиферы (Protozoa: Rhizopoda, Allogromiinae) Черного моря: видовой состав и распределение // Экология моря. 2006. Вып. 72. С. 47–56.

Сергеева Н.Г., Колесникова Е.А. Результаты изучения мейобентоса Черного моря // Экология моря. 1996. Вып. 45. С. 54–62.

Янко В.В., Воробьева Л.В. Фораминиферы Прибосфорского района Черного моря // Экология моря. 1991. Вып. 39. С. 47–51.

Янко В.В., Троицкая Т.С. Позднечетвертичные фораминиферы Черного моря. М.: Наука, 1987. 100 с.

Anikeeva O.V., Sergeeva N.G., Gooday A.J. Two new genera and species of the monothalamous foraminifera from coastal waters of the Black Sea // Marine Biodiversity. 2013.

Bernhard J.M., Habura A., Bowser S.S. An endobyontbearing allogromiid from the Santa Barbara Basin: implications for the early diversification of foraminifera // J. Geophys. Res. 2006. V. 111. G03002.

Giere O. Meiobenthology: The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments. New York: Springer-Verlag, 2009. 528 p.

Golemansky V.G. *Lagynis pontica* n. sp., a new monothalamous rhizopod (Granuloreticulosea: Lagynidae) from the Black Sea littoral //Acta Zoologica Bulg. 1999. V. 51. P. 3–13.

Golemansky V. Testate amoebas and monothalamous Foraminifera (Protozoa) from the Bulgarian Black Sea coast // Biogeography and Ecology of Bulgaria. Springer, 2007. P. 555–570.

Gooday A.J., Anikeeva O.V., Sergeeva N.G *Tinogullmia lukyanovae* sp. nov. – a monothalamous, organic-walled foraminiferan from the coastal Black Sea // J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom. 2006. V. 86. P. 43–49.

Gooday A.J, Anikeeva O.V., Pawlowski J. New genera and species of monothalamous Foraminifera from Balaclava and Kazach'ya Bays (Crimean Peninsula, Black Sea) // Marine Biodiversity. 2011. V. 41. P. 481–494.

Higgins R.P., Thiel H. Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press: Washington D.C., 1988. 488 p.

Mare M.F. A study of a marine benthic community with special reference to the marine meiobenthos: a review // J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom. 1942. V. 25. P. 517–554.

Pawlowski J., Holzmann M., Berney C. et al. The evolution of early Foraminifera // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 2003. V. 100. P. 11494–11498.

Pawlowski J., Majewski W. Magnetite-bearing Foraminifera from Admiralty Bay, West Antarctica, with description of *Psammophaga magnetica*, sp. nov. // J. Foraminiferal Res. 2011. V. 41, N 1. P. 3–13.

Sabbatini A., Negri A., Bartolini A. et al. Selective zircon accumulation in a new benthic foraminifer, *Psammophaga zirconia*, sp. nov. // Geobiology. 2016. P. 1–13.

Sergeeva N.G., Anikeeva O.V. *Goodayia rostellatum* gen. nov., sp. n. (Protozoa) – a monothalamous foraminiferan from the Black Sea // Vestnik zoologii. 2008. V. 42. P. 467–471.

Sergeeva N.G., Anikeeva O.V. Soft-walled Foraminifera under normoxia / Hypoxia Conditions in the Shallow Areas of the Black Sea // Foraminifera. Aspects of Classification, Stratigraphy, Ecology and Evolution. Chapter IX. M. Dan Georgescu (Ed.). 2013. P. 227–247.

Sergeeva N.G., Dovgal I. First finding of epibiont peritrich and suctorian ciliates (Ciliophora) on oligochaetes and harpacticoid copepods from the deep-water hypoxic/anoxic conditions of the Black Sea // Ecol. Montenegr. 2014. V. 1, N 1. P. 49–54.

Sergeeva N.G., Dovgal I.V. *Loricophrya bosporica* n. sp. (Ciliophora, Suctorea) epibiont of *Desmoscolex minutus* (Nematoda, Desmoscolecida) from oxic/anoxic boundary of the Black Sea Istanbul Strait's outlet area // Zootaxa. 2016. V. 4061, N 5. P. 596–600.

Sergeeva N.G., Gooday A.J., Mazlumyan S.A. et al. Meiobenthos of the oxic/anoxic interface in the Southwestern region of the Black Sea: abundance and taxonomic composition // Anoxia: Evidence for Eukaryote Survival and Paleontological Strategies / Eds. Altenbach A.V., Bernhard J.M., Seckbach J. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2012. P. 369–401.

Sergeeva N.G., Mazlumyan S.A. Deep-water hypoxic meiobenthic Protozoa and Metazoa taxa of the Istanbul Strait's (Bosporus) outlet area of the Black Sea // Ecol. Montenegro. 2015. V. 2, N 3. P. 255–270.

Sergeeva N.G., Ürkmez D., Dovgal I.V., Sezgin M. Protists (Ciliophora, Gromiida, Foraminifera) in the Black Sea meiobenthic communities // J. Black Sea/Mediterranean Environment. 2017. V. 23, N 2. P. 121–155.

Sergeeva N.G., Zaika V.E., Anikeeva O.V. An overview on distribution and abundance of meiobenthic Foraminifera in the Black Sea // Ecol. Montenegro. 2015. V. 2, N 1. P. 117–134.

Temelkov B.K, Golemansky V.G., Todorov M.T. Updated check-list of the recent Foraminifera from the Bulgarian Black Sea coast // Acta Zoologica Bulg. 2006. V. 58. P. 17–36.

МИКРОСТРУКТУРА СТЕНКИ АПАТИТОВОЙ РАКОВИНЫ ФОРАМИНИФЕР ИЗ РУДОВМЕЩАЮЩЕЙ ТОЛЩИ САФЬЯНОВСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Е.И. Сорока¹, Л.В. Леонова¹, А.Л. Анфимов¹, Н.С. Архиреева²

¹Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, soroka@igg.uran.ru ²Институт минералогии УрО РАН, Muacc

FORAMINIFERA APATITE SHELL STRUCTURE FROM THE ORE-HOSTING SEQUENCE OF THE SAFYANOVO COPPER DEPOSIT (MIDDLE URALS)

E.I. SOROKA¹, L.V. LEONOVA¹, A.L. ANFIMOV¹, N.S. ARKHIREEVA²

¹Institute of Geology and Geochemistry, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg ²Institute of mineralogy, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Miass

For the first time in the ore-hosting sequence of Safyanovo deposit non-calcareous (apatite-quartz) shells of foraminifers are defined. It is allowed to clarify the age of the volcanic and sedimentary rocks (upper Eifel–Givetian) and show shallow marine conditions of their formation. Apatite shells of foraminifers have external and internal layers of the hyaline type wall with concentric structure. Previously, this type of wall in the shells of Devonian foraminifers was not known.

Key words: Foraminifera, non-calcareous shells, apatite, structure.

Фораминиферы с апатитовой раковиной впервые были обнаружены в углеродисто-кремнистых породах южного борта Сафьяновского карьера (горизонт 187 м, счет от забоя карьера), а впоследствии и на нижележащих горизонтах 110 и 100 м вблизи рудного тела (Чувашов и др., 2011). Сафьяновское месторождение, расположенное на восточном склоне Среднего Урала в 10 км на юго-восток от г. Реж, приурочено к южной части Бороухинского тектонического блока, сложенного вулканогенными и осадочными породами верхнего силура, девона и нижнего карбона. Фораминиферы были определены в шлифах как паратурамины. Первоначально они были отнесены к виду *Parathurammina tamarae* L. Petrova, эйфель-живет, (Чувашов и др., 2011, 2012). Этот вид описан в известняках Северного Урала, и имеет карбонатную секреционную раковину размерами 0,27–0,52 мм и 8–16 устьев (Петрова, 1981). Но обнаруженные экземпляры отличаются от известных раковин девонских фораминифер. Стенка раковин не имеет постоянной толщины. Количество слоев у изученных экземпляров может быть от 1 до 3, чаще – 2 (рис. 1*a*, *б*, *в*). У некоторых обнаруженных раковин присутствует диск прикрепления (рис. 1 *б*), что позволяет отнести их к прикрепленному бентосу.

При большом увеличении отчетливо видно волокнисто-радиальное строение стенки (рис. 2*a*, *б*). Такой тип стенки называется гиалиновым секреционным волокнисто-радиальным (Раузер-Черноусова, Герке, 1971).



Рис. 1. Срезы раковин изучаемых фораминифер, Сафьяновский карьер, горизонт 187 м: а – раковина с двухслойной стенкой; б – раковина, у которой видно место прикрепления; в – раковина с однослойной стенкой



Рис. 2. СЭМ фото стенок изучаемых раковин фораминифер. Сафьяновский карьер, горизонт 187 м: а – стенка раковины; б – стенка устья

Предполагалось (Сорока и др., 2012; Чувашов и др., 2012), что первичный карбонат стенок раковин был псевдоморфно замещен апатитом после их захоронения. Однако исследования с помощью электронного сканирующего микроскопа и микрозондового анализа не выявили следов замещения. Детальное изучение морфологии раковин и их качественного элементного состава проводилось при помощи сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) JSM-6390LV (JEOL) с ЭДС-спектрометром Inca Energy 450 (лаборатория ФХМИ ИГГ УрО РАН, оператор С.П. Главатских); микростроение стенок при больших увеличениях изучалось с помощью электронного микроскопа Теscan, лаборатория минералогии, Горный институт ПФИЦ УрО РАН, (оператор Е.П. Чиркова). Метод электронно-зондового микроанализатора Сатега SX100 (лаборатория ФХМИ ИГГ УрО РАН, оператор Д.А. Замятин) применялся с целью уточнения химического состава стенок раковин и межслоевого субстрата. Было исследовано более 10 раковин и выполнено 114 определений элементного состава.

На полученных изображениях с большим разрешением, позволяющим зафиксировать детали микростроения стенки, видно, что слои образованы закономерно располагающимися столбчатыми кристаллами апатита (рис. 2 a, δ), пространство между слоями и внутренние полости заполнены диоксидом кремния. На рис. 2 a, δ изображен участок среза стенки раковины, снятый с большим увеличением (х9000). Видно, что столбчатые кристаллиты апатита сопровождаются канальцами или отверстиями, пронизывающими апатит. Это может свидетельствовать о том, что кристаллы апатита формировались непосредственно в пленке вещества, покрывающего органический каркас простейшего. Микрозондовые исследования позволили уточнить содержания Са, Р, F и подтвердили предположения, что стенка раковины состоит из фторапатита (таблица 1).

Атомное соотношение Ca/P в стенках раковин изменяется от 1,6 до 1,9. Следует отметить, что количество P и O несколько ниже по сравнению с эталонным фторапатитом (анализ 1) (Дир и др., 1966) и апатитом из углеродисто-кремнистой породы (анализ 5).

У простейших фораминифер с секреционными стенками в исходном органическом матриксе обычно откладывается кальцит. Учитывая отсутствие в раковинах изучаемых экземпляров реликтов карбоната и расположение столбчатых микрокристаллов апатита, слагающего их стенки, предполагается, что состав стенок при их жизни содержал соединения, которые преобразовались во фторапатит. Раковины изучаемых экземпляров секреционные, т.е. слои стенки нарастали в результате выделения вещества на поверхность клетки в виде

Компоненты масс. %	Порядковый	Порядковый номер анализа									
	1	2	3	4	5						
SiO ₂	0,43	1,35	2,32	0,15	0,03						
P ₂ O ₅	40,98	36,86	35,46	32,81	41,97						
Al ₂ O ₃	0,02	0,24	0,35	0,36	0,04						
MgO	0,02	0,14	0,21	0,16	0,05						
CaO	53,98	52,4	51,1	46,45	55,64						
MnO	0,01	0,04	0,03	0,02	0,2						
FeO	0	0,06	0,13	0,96	0,55						
Na ₂ O	0,27	0,25	0,35	0,35	0						
SrO	0,09	0,12	0,08	0,26	0,03						
F	3,32	4,35	4,13	4,01	2,29						
Cl	0,43	0,05	0,03	0,05	0,41						
SO ₃	0,59	0,42	0,43	1,07	0,04						
Сумма	100,14	96,28	94,85	86,65	101,24						
Элементы, атом. %		·		·	·						
Si	0,17	0,56	0,97	0,07	0,01						
Р	13,74	12,85	12,56	12,76	14,04						
Al	0,01	0,01	0,17	0,2	0,02						
Mg	0,01	0,08	0,13	0,11	0,03						
Са	22,92	23,13	22,91	22,86	23,55						
Mn	0	0,01	0,01	0,01	0,07						
Fe	0	0,02	0,04	0,37	0,18						
Na	0,21	0,2	0,28	0,32	0						
Sr	0,02	0,03	0,02	0,07	0,01						
F	4,16	5,67	5,47	5,83	2,86						
Cl	0,29	0,02	0,04	0,04	0,27						
S	0,18	0,3	0,14	0,37	0,01						
0	58,3	57,18	57,26	57,01	58,99						

Таблица 1. Состав апатита стенки раковины по данным микрозондового анализа

пленки. Вероятно, в этой пленке и формировались кристаллы апатита, образуя новый, органоминеральный слой стенки.

Самым распространенным случаем органического скелета простейших является секреция тектина (или псевдохитина). Тектин представляет собой белок в соединении с углеводородными компонентами (гликопротеин). Известно, что органическая основа раковины фораминифер пропитывается минеральными веществами и происходит ее обызвествление или (реже) окремнение. Раковины фораминифер могут содержать также кремнезем, сернокислый магний и другие примеси. В случае образования апатитовых слоев можно предположить, что образование кальцита было подавлено фосфатообразованием. Это может указывать на специфические особенности среды жизнедеятельности и захоронения организмов. Хорошая сохранность и нередкое обволакивание обнаруженных раковин пелитовым материалом, следы продавливания осадков указывают на захоронение раковин в спокойных мелководных морских условиях недалеко от места обитания (Чувашов и др., 2012). О мелководности среды обитания свидетельствуют и остатки зеленых водорослей, обнаруженных вместе с раковинами фораминифер. На специфичность обстановки с некарбонатным осадконакоплением указывает присутствие сульфидных минералов в ядрах раковин. Некоторые раковины заполнены фрамбоидальным пиритом, формирующимся благодаря жизнедеятельности серобактерий («оруденелые бактерии») в условиях кислородного дефицита (Берберьян, 1983). Также в полостях раковин встречаются кристаллический пирит, сфалерит и блеклые руды (рис. 3).

По данным (Задорожный, 1987), девонские паратурамины с секреционной известковой раковиной встречаются в Петропавловской и Турьинской структурно-фациальных зонах восточного склона Урала в биоморфных табулято-амфипоровых известняках и, редко, в глинистых известняках и мергелях. Фораминиферы с неизвестковой секреционной (апатитовой) раковиной обнаружены впервые в вулканогенно-осадочных толщах восточного склона Урала. Предполагается, что условия формирования этих отложений отличались специфическими параметрами: pH среды и минерализацией придонных вод.



Рис. 3. Сечение раковины фораминиферы со сфалеритом и блеклыми рудами

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Т. 5. М.: Мир, 1966. 405 с.

Берберьян Т.К. Фрамбоид-пиритные агрегаты в рудах колчеданных месторождений и их генетическое и поисковое значение. Дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Новочеркасск, 1983. 165 с.

Задорожный В.М. Фораминиферы и биостратиграфия девона Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 680. Новосибриск: Наука, 1987. 126 с.

Петрова Л.Г. Фораминиферы среднего девона восточного склона Урала // Палеозой Западно-Сибирской низменности и ее горного обрамления: Сб. науч. тр. Новосибирск: Наука, 1981. С. 81–101.

Раузер-Черноусова Д.М., Герке А.А. Терминологический справочник по стенкам раковин фораминифер. М.: Наука, 1971. 192 с.

Сорока Е.И., Анфимов А.Л., Главатских С.П. Апатит в раковинах девонских фораминифер из рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) // Кристаллическое и твердое некристаллическое состояние минерального вещества. Сб. матер. Сыктывкар, 2012. С. 191–192.

Чувашов Б.И, Анфимов А.Л., Сорока Е.И., Ярославцева Н.С. Новые данные о возрасте рудовмещающей толщи Сафьяновского месторождения (Средний Урал) на основе фораминифер // Докл. АН. 2011. Т. 439, № 5. С. 648–650.

Чувашов Б.И, Анфимов А.Л., Сорока Е.И., Ярославцева Н.С. Девонские фораминиферы с некарбонатной раковиной в рудовмещающей толще Сафьяновского месторождения (Средний Урал) // Литосфера. 2012. № 5. 114–125.

Ярославцева Н.С., Масленников В.В., Сафина Н.П. и др. Углеродсодержащие алевропелиты Сафьяновского медно-цинково-колчеданного месторождения (Средний Урал) // Литосфера. 2012. № 2. С. 106–123.

РЕКУРРЕНЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ НАДСЕМЕЙСТВ РАRATHURAMMINACEA И ARCHAESPHAERACEA (ФОРАМИНИФЕРЫ) НА ГРАНИЦЕ ТУРНЕЙСКОГО И ВИЗЕЙСКОГО ЯРУСОВ В РАЗРЕЗЕ КИПЧАК (ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН ЮЖНОГО УРАЛА)

Т.И. Степанова

Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, stepanova@igg.uran.ru

RECURRENCE OF PARATHURAMMINACEA AND ARCHAESPHAERACEA (FORAMINIFERA) REPRESENTATIVES AT THE BOUNDARY OF THE TOURNAISIAN AND VISEAN STAGES IN THE SECTION KIPCHAK (EASTERN SLOPE OF THE SOUTH URALS)

T.I. STEPANOVA

Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg

The boundary of the Tournaisian and Viséan stages of the Lower Carboniferous is established in the Kipchak section carbonate facies. There is a change in the facial settings on the border, which is reflected in the change in the foraminiferal communities' composition. There is a recurrence of early Paleozoic genera and species of single-chamber foraminifera in the deposits of the Viséan Stage bottoms. This recurrence associated with the specific ecological conditions of their habitat.

Key words: Tournaisian, Viséan, Foraminifera, recurrence.

Разрез Кипчак является одним из немногих на Урале, где в карбонатных фациях устанавливается граница турнейского и визейского ярусов нижнего отдела каменноугольной системы. Разрез расположен в пределах Магнитогорской мегазоны восточного склона Южного Урала (рис. 1) и представляет собой, по-видимому, фрагмент изолированной карбонатной платформы, существовавшей в этой части Уральского региона с конца турне и на протяжении всего ранневизейского времени (Дуб, Мизенс, 2017). Известняки пограничного интервала содержат представительный комплекс микрофауны, что позволяет установить региональную фораминиферовую последовательность: зоны Eoforschia moelleri – Dainella chomatica и Eoparastaffella rotunda косьвинского горизонта турнейского яруса и зона Eoparastaffella simpleх – Eogloboendothyra ukrainica обручевского горизонта визейского яруса (Степанова, 2016).

Отложения зоны Eoforschia moelleri – Dainella chomatica косьвинского горизонта прослеживаются в левом береговом склоне Соленой речки, правого притока р. Кипчак, представлены серыми средне-толстослоистыми мелкозернистыми известняками с линзовидными прослоями зернистых органогенных разностей. В шлифах – это грейнстоуны, основными породообразующими компонентами которых являются криноидеи и разнообразные зеленые водоросли. Эти разновидности известняков содержат богатый и разнообразный комплекс фораминифер, одной из наиболее характерных составляющих которого является подсемейство Tournayellinae отряда Tournayellida, представленное большим количеством видов и экземпляров: *Tournayella (Tournayella) discoidea maxima* Lipina, *T. (T.) discoidea angusta* Lipina, *T. (T.) regularis* Malakhova, *T. (Costayella) dainae* (Malakhova), *Eoforschia moelleri* (Malakhova), *E. moelleri uralica* (Malakhova), *E. rossica* (Malakhova). Среди других турнейллид отмечаются редкие *Neoseptaglomospiranella*, фрагменты раковин *Pseudolituotubella* sp.

Среди родов отряда Endothyrida наиболее часто встречаются Endolaxina и Granuliferella (семейство Endothyridae), в семействе Endothyranopsidae наряду с обычными для данного комплекса Latiendothyranopsis grandis (Lipina) присутствует Endothyranopsis praevius Postoyalko – один из наиболее ранних представителей этого рода, а также Paradainella dainelliformis Brazhnikova et Vdovenko, P. (Neoparadainella) eoendothyranopsiformis Vdovenko. В семействе Loeblichiidae наиболее широко распространены спиноэндотиры: Spinoendothyra (Inflataendothyra) inflata (Lipina), Sp. (I.) cuneata (Malakhova), Sp. (I.) inopinata (Schlykova), Sp. (Spinoendothyra) pietoni (Conil et Lys), Sp. (Sp.) paracostifera (Lipina), Sp. (Sp.) costifera



Рис. 1. Местоположение разреза Кипчак

(Lipina), Sp. (Sp.) recta (Lipina), Sp. (Sp.) recta graciosa (Brazhnikova et Vdovenko). Среди даинелл наблюдаются как мелкие Dainella micula Postoyalko, D. angusta Vdovenko, D. callosa Vdovenko, так и довольно крупные формы – D. chomatica (Dain), D. elegantula (Brazhnikova), D. ventrosa (Brazhnikova), D. immensa Z. Simonova, отмечаются единичные Loeblichia (Urbanella) cf. fucosa (Ganelina), Lysella sp., L. gadukensis Bozorgnia.

Наиболее характерной для данного стратиграфического интервала является ассоциация видов Eoforschia moelleri – Dainella chomatica, сопровождаемая представительным комплексом турнейелл, эндотир и другими, обычными для данного времени видами, в том числе *Darjella monilis* Malakhova, но вид *Eotextularia diversa* (N. Tchernysheva) здесь не встречен. Аналогичная особенность отмечается и в разрезе по р. Бурля, левому притоку р. Урал, Магнитогорская мегазона (Кулагина, Гибшман, 2005). Ассоциация фораминифер данного интервала определяет косьвинский возраст вмещающих ее карбонатных пород и отвечает большей части зоны Endothyra elegia – Eotextularia diversa OCШ России (Постановление..., 2008).

Отложения зоны Eoparastaffellina rotunda прослеживаются непосредственно стратиграфически выше в тех же скальных выходах левого берега Соленой речки и представлены теми же разновидностями известняков. В этом интервале разреза определяется комплекс фораминифер, унаследованный из отложений подстилающей зоны, но несколько менее разнообразный как в таксономическом, так и в количественном отношении. Здесь становятся редкими *Eoforschia*, уменьшается число эндотир, латиэндотиранопсисов, спиноэндотир. Заметно возрастает присутствие представителей групп *Endothyra prisca* и *E. similis*, рода *Mediendothyra*, увеличивается разнообразие лебликиид и тетратаксацей, отмечаются единичные *Eotextularia diversa*, *Eoparastaffella* sp. и *E. (Eoparastaffellina) rotunda* Vdovenko. Появление последнего вида дает возможность впервые обособить в данном разрезе одноименную зону. Аналогичная последовательность фораминиферовых ассоциаций наблюдается в разрезе Бурля (Кулагина, Гибшман, 2005). Отложения косьвинского горизонта являются осадками наиболее мелководной краевой части карбонатной платформы с достаточно высокой волновой активностью (Кузнецов, 2002).

На известняках косьвинского горизонта согласно залегают известняки темно-серые битуминозные тонкозернистые до афанитовых, отвечающие зоне Eoparastaffella simplex – Eogloboendothyra ukrainica обручевского горизонта визейского яруса. В шлифах породы представлены тонкобиокластовыми вакстоунами, реже мелко- тонкобиокластовыми вак-

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 2. Комплекс однокамерных фораминифер из зоны Eoparastaffella simplex – Eogloboendothyra ukrainica обручевского горизонта. Длина масштабной линейки 0,2 мм, все формы показаны с одним увеличением. Фиг. 1. *Tubeporella bobrovka* Postoyalko, экз. Кр-11-1-9, обр. Кп/9. Фиг. 2. *Tubeporina bella* Postoyalko, экз. Кр-11-2-3, обр. Кп/11. Фиг. 3. *Archaesphaera minima* Suleimanov, экз. Кр-10-2-35, обр. Кп/10. Фиг. 4. *Archaesphaera crassa* Lipina, экз. Кр-10-2-10, обр. Кп/10. Фиг. 5, 6. *Tamarina* (?) sp.: 5 – экз. Кр-9-1-28, обр. Кп/9; 6 – экз. Кр-13-1-38, обр. Кп/13. Фиг. 7. *Neoarchaesphaera* cf. *bykovae* M.-Maclay, экз. Кр-10-2-23, обр. Кп/10. Фиг. 8. *Neoarchaesphaera* phaera (Elenella) cf. punctillosa Pronina, экз. Кр-10-6-24, обр. Кп/10. Фиг. 9. Pachysphaerina polydermoides (Conil et Lys), экз. Кр-10-1-10, обр. Кп/10. Фиг. 10. *Pachysphaerina* cf. *polydermoides* (Conil et Lys), экз. Кр-10-4-5, обр. Кп/10. Фиг. 11, 12. *Neoarchaesphaera* (*Elenella*) (?) sp.: 11 – экз. Кр-13-1-37, обр. Кп/13; 12 – экз. Кр-14-2-27, обр. Кп/14. Фиг. 13. *Serginella* sp., экз. Кр-13-5-23, обр. Кп/13. Фиг. 14, 19. *Ivanovella angulosa* Pronina: 14 - экз. Кр-12-2-14, обр. Кп/12; 19 - экз. Кр-12-2-26, обр. Кп/12. Фиг. 15–17. *Ivanovella obruchevica* Stepanova: 15 – голотип, экз. Кр-9-6-21, обр. Кп/9; 16 – экз. Кр-11-6-12, обр. Кп/11; 17 – экз. Кр-12-3-7, обр. Кп/12. Фиг. 18. *Ivanovella asteroidea* Stepanova, голотип, экз. Кр-12-4-14, обр. Кп/12. Фиг. 20–22. *Ivanovella crassitheca* Stepanova: 20 – экз. Кр-10-5-4, обр. Кп/10; 21 – экз. Кр-13-1-30, обр. Кп/13; 22 – голотип, экз. Кр-9-2-11, обр. Кп/9. Фиг. 23. Neoivanovella (?) sp., экз. Кр-12-3-3, обр. Кп/12. Фиг. 24, 25. Parathuramminites brazhnikovae (Vdovenko): 24 – экз. Кр-10-4-29, обр. Кп/10; 25 – экз. Кр-11-1-10, обр. Кп/11. Фиг. 26, 27. Parathuramminites ovalis (Brazhnikova et Vdovenko): 26 – экз. Кр-9-5-47, обр. Кп/9; 27 – экз. Кр-10-4-13, обр. Кп/10. Фиг. 28–30, 35, 42. *Parathuramminites suleimanovi* (Lipina): 28 – экз. Кр-9-5-5, обр. Кп/9; 29 – экз. Кр-10-5-14, обр. Кп/10; 30 – экз. Кр-10-6-10, обр. Кп/10; 35 – экз. Кр-11-5-11, обр. Кп/11; 42 – экз. Кр-9-1-30, обр. Кп/9. Фиг. 31. *Parathuram*minites cushmani (Suleimanov), экз. Кр-11-3-12, обр. Кп/11. Фиг. 32. Parathuramminites pojarkovi (Zadorozhnyi et Juferev), экз. Кр-9-1-55, обр. Кп/9. Фиг. 33. Parathurammina spinosa Lipina, экз. Кр-11-3-3, обр. Кп/11. Фиг. 34, 39, 41. Parathuranminites obnatus (Tchuvashov): 34 – экз. Кр-12-1-30, обр. Кп/12; 39 – экз. Кр-12-4-6, обр. Кп/12; 41 – экз. Кр-11-6-13, обр. Кп/11. Фиг. 36. Parathuramminites pachysphaericus (Bogush et Juferev), экз. Кр-14-2-48, обр. Кп/14. Фиг. 37. Saltovskajina scitula (Tchuvashov), экз. Кр-13-3-14, обр. Кп/13. Фиг. 38, 40. Parathuramminites suleimanovi astrum Sabirov: $38 - 3\kappa_3$. Kp-9-5-27, ofp. K $\pi/9$; $40 - 3\kappa_3$. Kp-9-5-21, ofp. K $\pi/9$. Фиг. 43. Parathuramminites ex gr. suleimanovi (Lipina), экз. Кр-14-4-15, обр. Кп/14

пакстоунами, в составе которых преобладают неопределимые биокласты алевритовой и шламовой размерности, реже наблюдаются фрагменты цианобактерий Girvanellaceae и водорослей Palaeoberesellaceae, тонкостенных раковин брахиопод и остракод, спикулы губок, единичны биокласты криноидей; в отдельных прослоях встречаются пелоидные пакстоуны.

Ассоциация микрофауны резко отличается от таковой из подстилающих отложений, основу ее составляют многочисленные и разнообразные в родовом и видовом отношении однокамерные фораминиферы (рис. 2). Наибольшим распространением среди них пользуются представители рода Parathuramminites семейства Parathuramminacea – P. suleimanovi (Lipina) и близкие к нему виды: *P. suliemanovi astrum* Sabirov, *P. obnatus* (Tchuvashov), P. pachysphaericus (Bogush et Juferev), P. brazhnikovae (Vdovenko), P. ovalis (Brazhnikova et Vdovenko), *P pojarkovi* (Zadorozhnyi et Juferev) и другие. Наиболее характерным признаком паратурамминитесов является бентосный образ жизни, так, наличие мест прикрепления наблюдается в шлифах приблизительно у половины встреченных экземпляров. О прикрепленном образе жизни этой группы видов упоминала О.А. Липина (1950), в частности диск прикрепления отчетливо виден на изображении голотипа Parathurammina suleimanovi (Липина, 1950, табл. І, фиг. 12). Диаметры экземпляров Parathuramminites suleimanovi варьируют в широких пределах от 0,12 до 0,30 мм, количественно преобладают крупные раковины с толщиной стенок до 100–110 мкм; размеры однокамерных фораминифер сопоставимы с размерами многокамерных родов и видов. Среди других паратурамминид изредка присутствуют Parathurammina spinosa Lipina и Saltovskajina scitula (Tchuvashov).

Не менее часто в рассматриваемом сообществе встречаются представители рода *Ivano*vella, известные из верхнесилурийских и девонских отложений Урала и Западной Сибири и впервые встреченные автором на этом стратиграфическом уровне. Экземпляры *Iv. angulosa* Pronina близки описанным из силура восточного склона Среднего Урала, виды *Iv. crassithe*ca Stepanova, *I. obruchevica* Stepanova, *I. asteroidea* Stepanova, отличаются однослойными толстыми стенками с неправильным внешним контуром. Внешний слой, характерный для наиболее древних ивановелл, у встреченных визейских видов не наблюдается. Помимо паратурамминацей достаточно широко представлено надсемейство Achaesphaeracea, где также наряду с типичными ранневизейскими видами, такими как Archaesphaera minima Suleimanov, A. crassa Lipina, Pachysphaerina polydermoides Conil et Lys, Tubeporella bobrovka Postoyalko, Tubeporina bella Postoyalko, встречаются роды и виды, описанные из более древних отложений, и не отмечавшиеся ранее на визейском возрастном уровне. Это Neoarchaesphaera cf. bykovae M.- Maclay, N. (Elenella) (?) sp., N. (Elenella) cf. punctillosa Pronina, Serginella sp., Tamarina (?) sp., Mendipsia (?) sp., Eotuberitina praecipia Tchuvashov. Видовая принадлежность и стратиграфическое распространение этих форм требует уточнения.

Многокамерные фораминиферы, представлены, как правило, небольшим количеством экземпляров. Проходящими из подстилающих отложений турнейского яруса являются некоторые турнелляцеи, в том числе палеоспироплектаммины и различные неосептагломоспиранеллы, заметно обновляется состав надсемейства Endothyracea – наиболее характерно появление большого количества некрупных эоглобоэндотир, что и определяет ранневизейский возраст всего сообщества микрофауны. Состав лебликиид меняется незначительно, среди представителей рода *Eoparastaffella* появляются первые некрупные *Eoparastaffella simplex* Vdovenko, *E. interiecta* Vdovenko, *E.* ex gr. *restricta* Postoyalko. Образования низов визейского яруса представляют собой образования впадин центральной части платформы с частично затрудненным газо- и водообменном. Специфика микрофаций обуславливала особенности состава микрофаунистических ассоциаций.

Исследования выполнены в рамках темы № АААА-А18-118052590025-8 государственного задания ИГГ УрО РАН и темы № АААА-А18-118052590031-9 (комплексная программа фундаментальных исследований УрО РАН 18-5-5-11).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев А.С. Каменноугольная система // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. С. 61–68.

Дуб С.А., Мизенс Г.А. Геохимические индикаторы фациальных и геодинамических обстановок карбонатного осадконакопления на востоке Среднего Урала в кизеловское время // Вестн. Пермск. ун-та. Геология. 2017. Т. 16, № 4. С. 330–339.

Кузнецов В.Г. О некоторых терминах карбонатной седиментологии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2002. Т. 77, вып. 3. С. 41–47.

Кулагина Е.И., Гибшман Н.Б. Общая зональная шкала нижнего карбона России по фораминиферам // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2005. Т. 80, вып. 2. С. 33–59.

Степанова Т.И. Биостратиграфия пограничных отложений турнейского и визейского ярусов по фораминиферам в разрезе «Кипчак» на восточном склоне Южного Урала // Литосфера. 2016. № 6. С. 70–96.

ПОЛНАЯ ПАЛЕОКАТЕНА ПЕРМСКИХ (ПРИУРАЛЬСКИЙ ОТДЕЛ) ФОРАМИНИФЕР ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Е.Е. Сухов

Казанский федеральный университет, Казань, evgeny.suchov@yandex.ru

FULL PALEOCATENE OF PERMIAN (PRIURAL SERIES) FORAMINIFERS OF PECHORA PROVINCE

E.E. SUKHOV

Kazan Federal University, Kazan

For the first time in the Permian System, the paleocatene foraminiferal is distinguished on the example of the Pechora Province. The chain is divided into three associations. Association A includes agglutinated species; association B consists of a mixed assemblage; association C is represented by calcareous foraminifers. Within each association, a more fractional division occurs. The completed reconstruction of the paleocatene was reflected throughout the Biarmian and Notal regions.

Key words: foraminifers, paleocatene, Early Permian, chain, communities.

Палеокатена – это последовательность (цепь) реконструированных палеосообществ, распределение которых на морском дне зависит всецело от палеогеографических факторов, главным из которых следует считать профиль бассейна: чем положе будет дно бассейна, тем богаче и полнее будет палеокатена; чем круче склон, размещенных на нем палеособществ, тем беднее будет представлены сообщества палеокатены (Захаров, 2005). Для каждого конкретного отрезка времени существует своя палеокатена, с особенностями характерными для исследуемой акватории. В первостепенные задачи при изучении палеокатен входит восстановление всех наборов звеньев в его цепи, а также реконструкция дна бассейна (Захаров, Шурыгин, 1985).

Особый интерес для исследования вызывает палеокатена мелких фораминифер пермской Биармийской палеогеографической области, чьи акватории, имеющие различное тектоническое строение, растягиваются в пределах Европы и Азии. В качестве модели можно взять Печорскую провинцию, имеющую несколько мелководных палеобассейнов, в которых наблюдается четкий сукцессионный ряд. Особенно удачно эволюция палеокатен фораминифер прослеживается на опорных разрезах р. Кожим и в опорных Коротаихинской (скв. ВК-1) и Косью-Роговской скважинах (скв. ВК-21, скв. ИК-687, ИК-688), охватывающих интервал от ассельского до уфимского ярусов (Сухов, 2003). В пермском палеобиоценозе было выделено три крупных фораминиферовых ассоциации, каждая из которых имеет собственный облик.

Ассоциация А распространена в пределах ассельского, сакмарского и нижней части артинского яруса и представлена агглютинирующими фораминиферами (рис. 1) Saccammina, Thuramminoides, Hyperammina, Hyperamminoides, Earlandia, Reophax (Сухов, 2013). Сходное палеосообщество прослеживается в Таймыро-Коымской подобласти (Sukhov, 2016b) в разрезах Нордвикского района. Значительное сходство выделенных цепей палеокатены наблюдается с Нотальной областью (Сухов, 2014).

Ассоциация В начинается с середины артинского яруса и продолжается до кровли артинского, где значительную роль играют прикрепленные фораминиферы (бассейн Средней Печоры, район г. Печоры, скв. 124, гл. 766): *Glomospira, Streblospira, Turritellella, Agatammina, Tolypammina, Ammovertella, Trepeilopsis, Orthovertella, Calcitornella, Paleonubecularia, Apterrinella*. Палеокомплекс занимает пограничное положение между средней и верхней сублиторалью. С увеличением концентрации карбонатного материала происходит утолщение стенки раковины за счет внешнего известкового слоя. Карбонат используется также для склеивания песчинок. Большинство клубковидных формрасселяются в пониженных участ-ках рельефа. Способность прикрепляться к субстрату позволяет им создавать устойчивые сообщества, мало зависящие от прибрежной деятельности волн. Благодаря такой особенности, в пределах прикрепленного сообщества можно провести четкую границу между звеньями внутри ассоциации, а также установить верхнюю инижнюю границу ассоциации.



Рис. 1. Диаграмма процентного соотношения видов фораминифер

Ассоциация С начинается с подошвы кунгурского яруса и продолжается до кровли соликамского горизонта уфимского яруса. Палеобиоценоз представлен миллиолидами, где доминантой является Cornuspira (Печорское Приуралье, Куш-Шор, скв. 655, гл. 571 м). Далее следуют однорядные многокамерные Protonodosaria, Nodosaria (Пермская область, с. Адищево, скв. К-16), Pseudonodosaria, Tristix, Pseudotristix, Lingulonodosaria, Lagena, Rectoglandulina, Geinitzina, Gerkeina, Lingulina, Ichthyolaria, Dentalina и др. Палеосообщество занимает значительные ареалы. Внутри сообщества установливаются четкие звенья палеокатены. В результате исследований разрезов Печорской провинции (скв. ВК-1, ВК-21, скв. ВК-14, скв. ВК-1311, скв. 1260 и др.), уфимских отложений Соликамской впадины и Татарстана установлено, что от береговой линии моря к центру акватории последовательно представлены агглютинирующие, прикрепленные и секреционно-известковые сообщества. Среди агглютинирующих видов заметную роль играют реофаксы, гипераммины, гиперамминоидесы, аммодисциды и саккаммины, занимающие верхнюю сублитораль. Затем следует палеособщество, имеющее черты агглютинирующих и секреционно-известковых видов; среди них немало прикрепляющихся видов. Для них характерна средняя сублитораль. Следующий экотонная зона размещается в нижней сублиторали. В диапазоне размещается представительное палеосообщество, состоящее в большинстве из секреционно-известковых фораминифер. Такой же ориктоценоз отмечен в Центральной Сибири (Герке, 1961). Сходная топологическая структура наблюдается в Нотальной области (Palmieri, 1994; Сухов, 2014).

В пределах каждой из перечисленных ассоциаций можно выделить более дробные звенья палеокатены, имеющие четкую дифференциацию.

Ассоциация А, распространенная от ассельского до середины артинского яруса, объединяет четыре звена палеокатены.

<u>Первое звено</u> (A¹) расположено в верхней части верхней сублиторали и охарактеризовано смешаным сообществом агглютинирующих видов, имеющих толстую грубоватую агглютинированную стенку (Sukhov, 2017с). Доминирующими видами являются реофаксы, среди которых наиболее заметен вид *Reophax minutissima* Plum. В палеобиоценоз также входит значительное количество гипераммин (рис. 2): *Hyperammina borealis* Gerke, *H. vulgaris* Raus. et Reitl., реже встречается *Kechenotiske hadzeli* (Crespin) (характерный больше для Нотальной области). Фораминиферы данной биометрической зоны особенно активно подвергались разрушительной деятельности волн. Что в свою очередь сказалось на составе популяции, которая могла в значительной степени перешиваться, меняя доминанту.



Рис. 2. Распределение видов палеокатены на дне бассейна

Второе звено (A²) расположено в нижней части верхней сублиторали и является сообществом *Нурегаттів proneptis* Schleif., *H. hisuta* Gerke, *H. bulbosa* Cush. et Wat. и др., способным образовывать многочисленные популяции и экспансироватся на низкие уровни. Оно отмечено в стратотипическом разрезе на р. Усолка (Sukhov, 2016a), в опорных разрезах Нэлын-Шор и Адзьва Печорской провинции (Сухов, 2013). В период трансгрессии микробентос дополняют мигранты из соседних ареалов: гиперамминоидесы, саккаммины и даже известковые фораминиферы (Саидова, 1975). В пределах рода может наблюдаться дифференциация. Виды с более толстой и грубой стенкой располагаются на более высоких уровнях, то есть ближе к берегу, а виды, стенка которых состоит из тонкого песчаного материала, занимают нижние отметки.

<u>Третье звено</u> (А³). Далее следует популяция рода *Hyperamminoides*, включающая более десятка видов (по всей Биармийской области): *Hyperamminoides expansus* Plum., *H. granulatus* Gerke, *H. proteus* (Cush. et Wat.) и др. Весьма часто роды *Hyperammina* и *Hyperamminoides* образуют единое сообщество, образуя широкие звенья катены, между которыми трудно подчас провести границу, то есть происходит перекрытие звеньев, что очевидно связано со взаимной миграцией, с расширением ареалов каждого рода. При смешении комплексов нередко происходит смена доминантов. На опорном Кожимском разрезе в середине артинского яруса доминировал вид *Hyperamminoides proteus* (Cush. et Wat.) На взаимопроникновение двух соседствующих популяций накладывают отпечаток абиотические факторы окружающей среды (характер рельефа, волны, шторма, приливы и др.).

<u>Четвертое звено</u> (A⁴) обнаружено в верхней части средней сублиторали. Здесь встречено значительное скопление саккаммин, образующих нередко значительные популяции. Об особенности рода *Saccammina* составлять значительные сообщества заявлял А.А. Герке (1961), и назвал его «горизонт крупных саккаммин». Одноклеточные селятся на глинистом субстрате, развитом на значительном отдалении от береговой линии моря. Это могут быть какие-то понижения рельефа, поэтому их многочисленное сообщество порой буквально вклинивается в немые толщи. Такие многочисленные экотоны встречены в скв. ВК-1 и ВК-21. Порой в сообщество саккаммин примешиваются известковые фораминиферы, расположенные на низких уровнях. Поднятые со дна бассейна стихией они накладывали значительный отпечаток на уже сформированный облик сообщества. Данная цепь палеокатены встречена практически повсеместно в Таймыро-Колымской подобласти (Герке, 1961), за исключением тех мест, где наблюдается кризис микробентоса.

Ассоциации В начинается с середины артинского яруса и продолжается до границы с кунгурским ярусом и является пятым звено палеокатены.

<u>Пятое звено</u> (В⁵) распространено в нижней части средней сублиторали, представлена многочисленными свободными и прикрепленными клубковидными агглютинирующими видами. Иногда они создавали устойчивые и компактные сообщества, встречающиеся, как на верхних, так и на нижних отметках. Они расселяются среди большого скопления секреционно-известковых фораминифер. Значимыми родами являются *Glomospira, Agatammina, Tolypammina, Ammovertella, Trepeilopsis, Orthovertella, Calcitornella, Paleonubecularia*. Ближе к береговой линии моря селятся роды *Glomospira, Orthovertella*, чья стенка в большей степени состоит из агглютинированных частиц. Нередко в сообщество примешиваются алохтонные микроорганизмы.

Ассоциации С объединяет три звена палеокатены.

Шестое звено (С⁶) распространено на границе средней и нижней сублиторали. Биономия типичная для средней части кунгурского яруса. Звено широко представлено миллиолидами, в частности родами *Cornuspira* и *Hemigordius*, включающие несколько видов *Cornuspira petschorica* Igon., *C. komia* Suchov, *Hemigordius amicus* Igon. и др. В смешанном сообществе род *Cornuspira* – доминирующий, а наиболее многочисленным является вид *Cornuspira petschorica* Igon. В отдельных случаях *Hemigordius* создает значительные сообщества. Возможна дифференциация между *Cornuspira* и *Hemigordius* при совместном палеоценозе. Комплекс в значительной степени может обогащаться нодозариидами, многие из которых являются автохтонными. Благоприятная биономия, достаточная глубина бассейна, избыток карбонатного материала позволяют им строить большие известковые раковины, которые нередко имеют усложненную скульптуру. Шестое звено имеет четкую границу с нодозариидами, которые размещается в нижней сублиторали.

<u>Седьмое звено</u> (C^7), расположенное в верхней части нижней сублиторали, представлено в основном нодозариидами. Доминирующим родом является *Nodosaria*, насчитывающий десятки видов (Sukhov, 2017а). Время существования палебиоценоза, расширение зоны катены, перестройки ее внутренней видовой структуры совпадает с мощной трансгрессией, происходившей в Печорской провинции. К значительному комплексу автохтонных организмов добавились аллохтонные, что значительно обогатило микрофаунистическую палитру. Основными видами являются: *Nodosaria karinae* Igon., *N. pseudolata* Karaw., *N. uslada* Suchov, *N. korsa* Suchov и др. Исследуемый палеобиоценоз селился на глинистом субстрате, предпочитал участки моря с наиболее стабильной обстановкой, в мелководье занимал центральную часть бассейна. Вместе с нодозаридами в качестве спутников присутствовали роды *Pseudonodosaria, Tristix, Lingulonodosaria, Rectoglandulina, Geinitzina, Ichtyolaria* и др. Ранее такая зона была отмечена А.А. Герке (1961) и названа «горизонтом разнообразных фораминифер». Экотон прослеживается повсеместно в Биармийской области.

Восьмое звено (C^8) занимал более глубоководную часть бассейна в основании нижней сублиторали, на которой биоценоз особенно разнообразен (Саидова, 1975). На этом уровне происходит смена доминанты с рода *Nodosaria* на род *Ichtyolaria* (Sukhov, 2017b), насчитывающий десятки видов. Спутниками рода являются *Nodosaria, Pseudonodosaria, Tristix, Lingulonodosaria, Rectoglandulina, Geinitzina, Lingulinella.* Характерными видами будут *Ichtyolaria igonivi* Suchov, *Pseudonodosaria idola* Suchov и т. д.

Анализ развития пермской палеокатены фораминифер хорошо выдерживается повсеместно по всей Печорской провинции. Его звенья хорошо прослеживаются практически во всех бассейнах Биармийской и Нотальной областях. Ширина всех зон палеокатен различна, что зависит от длительности и интенсивности трансгрессий. С ухудшением палеогеографической обстановки может происходить редукция некоторых звеньев палеоокатен. Так, например, в бассейнах цехштейна наблюдает значительный кризис микробентоса, что проявлялось в резком сокращении таксономического разнообразия и в упрощении структуры катены (Сувейздис, 1963). Фораминиферовый комплекс цехштейна весьма обедненный и, несмотря на мелководность, в нем практически отсутствуют агглютинированные фораминиферы, не способные проживать в акваториях с повышенной соленостью. Кризис микробиоты проявляется на островных дугах, имеющих высокий угол наклона. Часть звеньев катены не способны закрепиться за субстрат и распространиться латерально и представлены в заметно усеченном виде, с редукцией многих звеньев и переходных зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Герке А.А. Фрондикулярии из пермских, триасовых и лейасовых отложений Севера Центральной Сибири // Сб. статей по палеонтологии и биостратиграфии. Тр. НИИГА. 1961. Т. 127. С. 97–174.

Захаров В.А. Палеобиогеография, палеогеография и палеогеодинамика // Биосфера-экосистема-биота в прошлом Земли: палеобиогеографические аспекты. М.: Наука, 2005. С. 46–72.

Захаров В.А, Шурыгин Б.Н. Метод реконструкции рельефа дна и глубины морских палеобассейнов на основании анализа катен бентоса // Среда и жизнь в геологическом прошлом. Новосибирск: Наука, 1985. С. 97–107.

Саидова Х.М. Бентосные фораминиферы Тихого океана. Ч. І-ІІІ. М.: Ин-т океанологии АН СССР, 1975. 875 с.

Сувейздис П.И. Верхнепермские отложения Польско-Литовской синеклизы // Вопросы геологии Литвы. Вильнюс: Ин-т геологии и географии, 1963. С. 225–373.

Сухов Е.Е. Пермские мелкие фораминиферы Биармийской палеобиогеографической области. Казань: Издво Казанск. ун-та, 2003. 320 с.

Сухов Е.Е. Пермские фораминиферы Биармийской области. Berlin: Verlag LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 454 с.

Сухов Е.Е. Биполярность пермских фораминифер. Berlin: Verlag LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 161 с.

Palmieri V. Permian Foraminifera in the Bowen Basin, Queensland // Queensland Geology. 1994. V. 6. P. 2–126.

Sukhov E.E. Permian foraminifera of parastratotype of the river Usolka // Austrian J. Techn. Natur. Sci. 2017. N 1–2. P. 17–20.

Sukhov E.E. Kungurian foraminifera of Starostinskaya suite of Spitsbergen Island // Austrian J. Techn. Natur. Sci. 2017. N 1–2. P. 12–15.

Sukhov E.E. New data on the phylogenetic development of the Permian *Ichtyolaria* // European Sci. Rev. 2017. N 1–2. P. 29–32.

Sukhov E.E. New data on the phylogenetic development of the genus *Nodosaria* in the Pre-Ural period (Permian) in the Eastern-European sub-region // European Sci. Rev. 2017. N 1–2. P. 32–34.

Sukhov E.E. The latest data on Permian agglutinated species of Pechora province // European J. Techn. Natur. Sci. 2017. N 2. P. 8–14.

КОМПЛЕКСЫ ФОРАМИНИФЕР КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРОЛИВА ФРАМА: ИЗМЕНЕНИЯ ПАЛЕОСРЕДЫ И ПРОНИКНОВЕНИЕ АТЛАНТИЧЕСКИХ ВОД В АРКТИКУ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 18 ТЫС. ЛЕТ

Е.Е. Талденкова^{1,2}, Я.С. Овсепян^{3,2}, Н.О. Аверкина^{1,2}, Х.А. Баух⁴, Р.Ф. Шпильхаген⁵, С.Д. Николаев¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, etaldenkova@mail.ru, natal-y@mail.ru, cdnikolaev@yandex.ru ²Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург ³Геологический институт РАН, Москва, yaovsepyan@yandex.ru ⁴Институт им. Альфреда Вегенера, Бремерхавен, Германия, hbauch@geomar.de ⁵ГЕОМАР, Киль, Германия, rspielhagen@geomar.de

FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES OF THE LAPTEV SEA AND EASTERN FRAM STRAIT CONTINENTAL SLOPE: PAST ENVIRONMENTAL VARIABILITY AND ATLANTIC WATER ADVECTION TO THE ARCTIC DURING THE LAST 18 CAL. KYRS

E.E. TALDENKOVA^{1,2}, YA.S. OVSEPYAN^{3,2}, N.O. AVERKINA^{1,2},

H.A. BAUCH⁴, R.F. SPIELHAGEN⁵, S.D. NIKOLAEV¹ ¹Lomonosov Moscow State University, Moscow ²Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg ³Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ⁴AWI, Bremerhaven, Germany ⁵GEOMAR, Kiel, Germany

This research is aimed at tracing the eastward propagation of Atlantic waters carrying heat and salt to the Arctic Ocean towards the continental margin of Siberian Arctic in relation to ice sheet dynamics, freshwater inputs and sea-ice extent during different time intervals of the last 18 thousand years. Three sediment cores from the continental slopes of the eastern Fram Strait, western and eastern Laptev Sea were subject for a high-resolution multiproxy investigation including analysis of the benthic and planktic foraminiferal assemblages.

Key words: planktic and benthic foraminifers, last deglaciation, Holocene, Fram Strait, Laptev Sea.

Представление о масштабах и времени проникновения атлантических вод, несущих тепло и соль в Северный Ледовитый океан, важно для реконструкции краткосрочных и долгосрочных климатических изменений. В межледниковые эпохи приток атлантических вод обычно приводил к смягчению климатических условий в Арктике и сокращению размеров морского ледового покрова (Spielhagen et al., 2004; Polyak et al., 2010). Течения поверхностных и подповерхностных атлантических вод, распространяющиеся из северной Атлантики вдоль континентальной окраины евразийской Арктики, были довольно интенсивными в течение как ледникового, так и дегляциального периодов. Они зависели от масштаба таяния Баренцево-Карского ледникового щита и соответствующих изменений характера водных Macc (Knies et al., 2000; Bauch et al., 2001a; Lubinski et al., 2001; Nørgaard-Pedersen et al., 2003; Rasmussen et al., 2007; Ślubowska-Woldengen et al., 2008; Risebrobakken et al., 2011). Hactoящее исследование направлено на изучение состава ископаемых комплексов планктонных и бентосных фораминифер районов континентальной окраины моря Лаптевых и восточной части пролива Фрама в контексте распространения атлантических вод в течение последних 18 тыс. лет. Распространение атлантических вод зависело от вариаций размеров континентальных ледников и морского ледового покрова, подъема уровня моря в ходе послеледниковой трансгрессии и притока пресных вод.

Комплексы планктонных и бентосных фораминифер, наряду с литологией осадков, были изучены в трех колонках, детально датированных методом ускорительного масс-спетрометрического радиоуглеродного датирования (AMS¹⁴C). Это следующие колонки: PS51/154-11 с западного континентального склона моря Лаптевых (глубина моря 270 м; Bauch et al., 2001b; Taldenkova et al., 2010, 2012); PS2458 с восточного континентального склона моря Лаптевых (глубина моря 938 м; Spielhagen et al., 2005); MSM5/5-723-3 с континентального склона восточной части пролива Фрама (глубина моря 1359 м; Müller et al., 2012; Werner et al., 2016). В колонке PS2458 был также изучен изотопный состав кислорода и углерода бентосного вида фораминифер *Cassidulina neoteretis* Seidenkrantz.

Сравнение содержания крупнозернистых обломков пород ледового и айсбергового разноса (ice- and iceberg-rafted debris, IRD) в изученных колонках двух регионов показало различную временную приуроченность пиков. Тогда как наиболее активное разрушение Баренцево-Карского и Европейских ледниковых щитов и, соответственно, поток IRD в колонке MSM5/5/-723-2 имели место 12–15 кал. тыс. лет назад, в море Лаптевых единственный пик потока IRD имел место в его западной части в самую раннюю дегляциацию, до 16 кал. тыс. лет назад. Значительное содержание филлитов среди IRD обломков свидетельствует о поставке айсбергов ледниковыми шапками Северной Земли. Эти ледниковые шапки существенно сокращались в размерах во время последнего ледникового максимума из-за недостатка привноса влаги (Raab et al., 2003). После начального таяния ледниковых щитов Европы, начиная с 19 кал. тыс. лет назад, поступление влаги в район Северной Земли усилилось, что, в условиях достаточно холодного климата, привело к росту ледников и продуцированию айсбергов. Вероятно, продуцирование айсбергов совпало по времени с продвижением языка Баренцево-Карского ледникового щита в сторону Таймыра, что могло на некоторое время заблокировать сток рек (Polyak et al., 2008). Отступание этого языка, вероятно, вызвало сброс талых вод в море Лаптевых. В основании разреза колонки PS51/154-11 возрастом древнее 15,4 кал. тыс. лет назад (экстраполированный возраст 16–17,6 кал. тыс. лет назад) нами найдены аутигенные конкреции вивианита, родохрозита и сидерита, образующиеся в анаэробных условиях, которые могла создать стратификация вод (Taldenkova et al., 2010; Logvina et al., 2018). В колонке PS2458 опреснение и стратификация вод в осадках такого же возраста подтверждается негативными пиками δ^{18} O и δ^{13} C карбоната раковин бентосного вида фораминифер *Cassidulina neoteretis*.

Наблюдаемое облегчение изотопного состава δ^{18} О и δ^{13} С также может быть объяснено и адвекцией относительно теплых и плохо вентилируемых атлантических вод в подповерхностном слое, т.к. в том же самом интервале осадков найдены экзотические тепловодные виды планктонных фораминифер, которые отсутствуют в вышележащих слоях (Taldenkova et al., 2012). Во всех изученных регионах, от восточного пролива Фрама, подвергавшегося огромному влиянию талых ледниковых вод, до восточной части моря Лаптевых, в дегляциальных комплексах бентосных фораминифер примерно до 13 кал. тыс. лет назад доминирует *С. neoteretis*. Этот вид, который в целом предпочитает стратифицированные воды и сезонный ледовый покров, в Арктике считается индикатором подповерхностных атлантических вод с его северной, фрамовской, ветвью. Это был основной путь поступления атлантических вод в Арктику, т.к. другой путь, с баренцевоморской ветвью, начал развиваться только после разрушения существовавших ледниковых шапок. Фрамовская ветвь была особенно мощной в период между 14,7 и 13,2 кал. тыс. лет назад.

Событие значительного опреснения пока еще непонятного происхождения реконструировано в море Лаптевых около 13 кал. тыс. лет назад на основе негативного пика δ^{18} О планктонных (Spielhagen et al., 2005) и бентосных фораминифер, изменений численности и состава микрофоссилий и находок многочисленных конкреций вивианита в колонке PS2458.

В течение последующей начальной фазы похолодания позднего дриаса, около 13–12 кал. тыс. лет назад, в обеих колонках из моря Лаптевых произошло замещение *C. neoteretis* типичным арктическим видом *C. reniforme* Nørvang, предпочитающим более холодные придонные обстановки.

Аналогичная смена между этими двумя доминирующими видами произошла и в восточном проливе Фрама, и в других районах, находящихся на пути северной ветви атлантических вод (Rasmussen et al., 2007; Ślubowska-Woldengen et al., 2008). Возможно, вынос пресных вод и льда из Арктики в Гренландское море, которое по-прежнему испытывало сильное влияние талых вод, могло сократить приток подповерхностных атлантических вод в Арктику.



Рис. 1. Процентное содержание бентосных фораминифер видов *Cassidulina neoteretis* Seidenkrantz и *Cassidulina reniforme* Nørvang в районах распространения атлантических вод от пролива Фрама до восточной части моря Лаптевых. Серый фон соответствует времени похолодания позднего дриаса, зеленый фон – смене доминирования указанных видов

Влияние талых вод в районе пролива Фрама уменьшилось в начале голоцена. Примерно одновременно, около 11,5 кал. тыс. лет назад, произошло резкое изменение видового состава бентосных фораминифер в колонке MSM5/5-723-2. Преобладающими стали глубоководные виды *Cibicidoides wuellerstorfi* (Schwager) и Oridorsalis umbonatus (Reuss) наряду С. reniforme. Подобная смена видов свидетельствует о развитии глубинной конвекции, что в свою очередь, предполагает наличие соленых атлантических вод на поверхности и холодных, хорошо аэрируемых вод в придонном слое. Проникновение поверхностных атлантических вод далеко на север во время максимальной для послеледникового времени солнечной инсоляции в северном полушарии и последующая потеря ими тепла в результате процесса глубинной конвекции в районе пролива Фрама привело к некоторому уменьшению притока атлантических вод с фрамовской ветвью к континентальному склону моря Лаптевых. В море Лаптевых вид-индикатор атлантических вод C. neoteretis либо полностью отсутствует в составе ископаемых комплексов бентосных фораминифер после 12 кал. тыс. лет назад (до 7 кал. тыс. лет назад) как в колонке PS51/154-11, либо сильно сокращается в процентном отношении, как в более глубоко расположенной колонке PS2458. В то же время, в море Лаптевых реконструируется потепление поверхностных вод за счет высокой инсоляции. Оно сопровождалось отступанием края сезонного ледового покрова к северу и ростом биопродуктивности, о чем свидетельствуют почти полное отсутствие IRD, высокая численность микрофоссилий и узкий по продолжительности пик численности Nonion labradoricum (Dawson) (Taldenkova et al., 2012). Кроме того, большее количество атлантических вод отклонялись на восток, в Баренцево море. Например, в колонке, расположенной в юго-западной части Баренцева моря на пути движения баренцевоморской ветви атлантических вод наблюдалась обратная смена видов 11,7-12 кал. тыс. лет назад – численность *С. reniforme* снизилась до менее 5%, тогда как численность *C. neoteretis* увеличилась до 50% (Chistyakova et al., 2010).

Похолодание климата началось в середине голоцена примерно после 7 кал. тыс. лет назад, когда поступление талых ледниковых вод полностью прекратилось, уровень моря практически достиг современных отметок, обширные шельфы евразийских арктических морей были затоплены, и развилась современная атмосферная циркуляция. В море Лаптевых тренд похолодания подтвержден пиками IRD, в составе которого много зерен пород, поставлявшимися ледниковыми шапками с Северной Земли, а также увеличением количества мелководных микрофоссилий в составе относительно глубоководных комплексов континентального склона (Taldenkova et al., 2010; 2012). Как видно по изменениям видового состава бентоса колонки MSM5/5-723-2, сила глубинной конвекции в районе пролива Фрама уменьшилась. Это совпало по времени с похолоданием поверхностных вод и расширением площади сезонного ледового покрова (Müller et al., 2012). Вследствие активного ледообразования на шельфах арктических морей Евразии и значительного речного стока значительные количества пресных вод и морского льда привносились в западную часть пролива Фрама с Восточно-Гренландским течением. Вероятно, усиление этого течения компенсировалось усилением подповерхностного притока атлантических вод с фрамовской ветвью. Соответственно, в изученных колонках с континентального склона моря Лаптевых после 7 кал. тыс. лет назад выросло процентное содержание *С. neoteretis*, а в более глубоководной колонке PS2458 оно даже превысило таковое *C. reniforme*.

Пропорция между доминирующими видами бентосных фораминифер *C. neoteretis* и *C. reniforme* в дегляциальных и голоценовых осадках морей евразийской Арктики отражает изменения притока атлантических вод в зависимости от пресноводного влияния. Вид *C. neoteretis* привязан к притоку подповерхностных относительно теплых атлантических вод, но он также зависит от присутствия сезонного ледового покрова и стратификации вод. *C. reniforme* экологически более толерантный вид, в целом предпочитающий более холодноводные условия, чем *C. neoteretis*, будь то глубинные воды, формирующиеся в ходе глубинной конвекции, или воды в районе полыньи и водах около края ледников. В целом, соотношения видов микрофоссилий в колонках из моря Лаптевых отражают изменения в характере атлантических вод в районах «выше по течению», преимущественно в тех, которые находятся вдоль северной фрамовской ветви, поступающей через восточную часть пролива Фрама.

Это исследование является вкладом в российско-германский проект «Изменчивость Арктической трансполярной системы», финансируемый министерством науки и образования России (RFMEFI61617X0076) и министерством образования и науки Германии (03F0776).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Bauch H.A., Erlenkeuser H., Spielhagen R.F. et al. A multiproxy reconstruction of the evolution of deep and surface waters in the subarctic Nordic seas over the last 30,000 yr. // Quaternary Sci. Rev. 2001a. V. 20. P. 659–678.

Bauch H.A., Mueller-Lupp T., Taldenkova E., et al. Chronology of the Holocene transgression at the North Siberian margin // Global Planet. Change. 2001b. V. 31. P. 125–139.

Chistyakova N.O., Ivanova E.V., Risebrobakken B. et al. Reconstruction of the Postglacial environments in the southwestern Barents Sea based on foraminiferal assemblages // Oceanology. 2010. V. 50, N 4. P. 573–581.

Knies J., Nowaczyk N., Müller C. et al. A multiproxy approach to reconstruct the environmental changes along the Eurasian continental margin over the last 150000 years // Mar. Geol. 2000. V. 163. P. 317–344.

Logvina E., Krylov A., Taldenkova E. et al. The mechanism of authigenic Fe-Mn-carbonates formation at the western Laptev Sea continental slope // Arktos. 2018. 4:2, https://doi.org/10.1007/s41063-018-0036-0.

Lubinski D.J., Polyak L., Forman S.L. Freshwater and Atlantic water inflows to the deep northern Barents and Kara seas since ca 13 ¹⁴C ka: foraminifera and stable isotope // Quaternary Sci. Rev. 2001. V. 20. P. 1851–1879.

Müller J., Werner K., Stein R. et al. Holocene cooling culminates in sea ice oscillations in Fram Strait // Quaternary Sci. Rev. 2012. V. 47. P. 1–14.

Nørgaard-Pedersen N., Spielhagen R.F., Erlenkeuser H. et al. Arctic Ocean during the Last Glacial Maximum: Atlantic and polar domains of surface water mass distribution and ice cover // Paleoceanography. 2003. V. 18, N 3. 1063. doi:10.1029/2002PA000781.

Polyak L., Niessen F., Gataullin V., Gainanov V. The eastern extent of the Barents-Kara ice sheet during the last Glacial Maximum based on seismic-reflection data from the eastern Kara Sea // Polar Res. 2008. V. 27. P. 162–174.

Polyak L., Alley R., Andrews J.T. et al. History of sea ice in the Arctic // Quaternary Sci. Rev. 2010. V. 29. P. 1757–1778.

Raab A., Melles M., Berger G.W. et al. Non-glacial paleoenvironments and the extent of Weischselian ice sheets on Severnaya Zemlya, Russian high Arctic // Quaternary Sci. Rev. 2003. V. 22. P. 2267–2283.

Rasmussen T.L., Thomsen E., Ślubowska M.A. et al. Paleoceanographic evolution of the SW Svalbard margin (76°N) since 20,000 ¹⁴C yr BP // Quaternary Res. 2007. V. 67. P. 100–114.

Risebrobakken B., Dokken T., Smedsrud L.H. et al. Early Holocene temperature variability in the Nordic Seas: The role of oceanic heat advection versus changes in orbital forcing // Paleoceanography and Paleoclimatology. 2011. V. 26. PA4206, doi:10.1029/2011PA002117.

Ślubowska-Woldengen M., Koç N., Rasmussen T.L. et al. Time-slice reconstructions of ocean circulation changes at the continental margins of the Nordic and Barents Seas during the last 16,000 cal yr B.P. // Quaternary Sci. Rev. 2008. V. 27. P. 1476–1492.

Spielhagen R.F., Baumann K.-H., Erlenkeuser H., et al. Arctic Ocean deep-sea record of northern Eurasian ice sheet history // Quat. Sci. Rev. 2004. Vol. 23. P. 1455–1483.

Spielhagen R.F., Erlenkeuser H., Siegert C. History of freshwater runoff across the Laptev Sea (Arctic) during the last deglaciation // Global Planet. Change. 2005. V. 48. P. 187–207.

Taldenkova E., Bauch H.A., Gottschalk J. et al. History of ice-rafting and water mass evolution at the northern Siberian continental margin (Laptev Sea) during Late Glacial and Holocene times // Quaternary Sci. Rev. 2010. V. 29. P. 3919–3935.

Taldenkova E., Bauch H.A., Stepanova A. et al. Benthic community changes at the North Siberian margin in response to Atlantic water mass variability since last deglacial times // Mar. Micropaleontol. 2012. V. 96–97. P. 13–28.

Werner K., Müller J., Husum K. et al. Holocene sea subsurface and surface water masses in the Fram Strait – Comparisons of temperature and sea-ice reconstructions // Quaternary Sci. Rev. 2016. V. 147. P. 194–209.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР В ПОВЕРХНОСТНЫХ ПРОБАХ ВДОЛЬ ПРОФИЛЯ ЧЕРЕЗ СЕВЕРНУЮ АТЛАНТИКУ НА ШИРОТЕ 60°N

А.В. Тихонова

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, semeonka@gmail.com

DISTRIBUTION AND DIVERSITY OF BENTHIC FORAMINIFERA IN SURFACE SAMPLES ACROSS THE NORTH ATLANTIC 60°N

A.V. TIKHONOVA

Shirshov institute of oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Were examined 26 surface samples taken in the research cruise Akademik Ioffe-51 in 2016, identified more than 100 species of benthic foraminifera revealed some regularities in their distribution.

Key words: Micropaleontology, North Atlantic, benthic Foraminifera, paleoecology.

Одним из наиболее важных районов Мирового океана является современная Северная Атлантика, где происходит взаимодействие теплых поверхностных и холодных полярных глубинных водных масс, которое влияет на работу межокеанского круговорота или глобального термогалинного конвейера (ГТК). В свою очередь, ГТК в значительной мере определяет в настоящее время, и определял в геологическом прошлом климат на Земле (Broecker, 1991).

Бентосные фораминиферы обитают на всех глубинах, их обилие, видовое разнообразие, широкое географическое распространение, высокая чувствительность к изменениям окружающей среды, делает их важным инструментом в палеоокеанологических реконструкциях. Анализ комплексов бентосных фораминифер позволяет описать свойства придонных вод, их динамику, а так же поступление органического вещества в осадок, распределение кислорода, температуры т.е., сделать выводы о возможном характере термогалинной циркуляции в прошлом.

Через северную Атлантику (60°N) в 51 рейсе НИС «Академик Иоффе» было отобрано, в том числе, 26 дночерпательных проб (рис. 1), пробы были изучены на содержание в них бентосных фораминифер при помощи микропалеонтологического анализа. Определены более 100 видов бентосных фораминифер, в каждой станции были выделены доминирующе виды, подсчитаны соотношения содержания планктонных и бентосных фораминифер, так же подсчитаны процентные содержания аглютинированных видов, содержания «фитодетритовых» видов, указывающих на сезонное поступление органического вещества (Gooday, 1993). Вычислены индексы биоразнообразия, выравненности, проведен кластерный анализ в программе PAST3 (Hammer, Harper, 2001). Изучены гидрологические особенности исследуемого района (рис. 2) с использованием среднегодовых данных Атласа мирового океана 2009 года (WOA 09) в программе Ocean Data View (ODV) (Schlitzer, 2000). Минимальные значения температуры поверхностных вод -3° C, обусловленных холодным Лабродорским течением, максимальные значения – 10° С у берегов Великобритании, обусловленных влиянием теплого Северо-Атлантического течения (рис. 2, Temperature). Значения солености, варьируются от 34‰ или PSU (Practical Salinity Units) до 35‰, снижение солености в Лабродорском море связано с таяньем льдов (рис. 2, Salinity). Значения растворенного кислорода в поверхностных водах от 7,49 до 6 мл/л, увеличение значений, возможно, связано с привносом свежей талой воды (рис. 2, Oxygen).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Broecker W.S. The Great Ocean Conveyor // Oceanography. 1991. V. 4, N 2.

Hammer D.A., Harper A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. V. 4, N 1. Art. 4. 9 p.

Gooday J.A. Deep-sea benthic foraminiferal species which exploit phytodetritus: Characteristic features and controls on distribution // Marine Micropaleontology. 1993. Vol. 22. Issue 3, P. 187-205.

Schlitzer R. Electronic Atlas of WOCE Hydrographic and Tracer Data Now Available. Eos Trans. AGU. 2000. V. 81, N 5. P. 45.



Рис. 1. Карта расположений станций отбора поверхностных проб в исследуемом районе



Temperature [C] @ Depth [m]=0





Рис. 2. Гидрологические параметры исследуемого района по данным WOA09, созданным в программе ODV (Schlitzer, 2017)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ФОРАМИНИФЕРАХ СРЕДНЕ-ВЕРХНЕОКСФОРДСКИХ И СРЕДНЕВОЛЖСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ВЕРХНЯЯ ЮРА) ВОСТОКА МОСКВЫ

М.А. Устинова

Геологический институт РАН, Москва, ustinova masha@mail.ru

NEW DATA ON MIDDLE-UPPER OXFORDIAN STAGE AND MIDDLE VOLGIAN STAGE (UPPER JURASSIC) OF EAST OF MOSCOW REGION

M.A. USTINOVA

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The Middle-Upper Oxfordian foraminifers were studied from the borehole drilled in the east of Moscow (Russia). Foraminiferal zones are established in Oxfordian clays: Opthalmidium strumosum – Lenticulina brestica and Lenticulina russiensis – Epistomina uhligi. It is established that foraminifer complexes are not constant in the area of distribution in Moscow region.

Key words: Foraminifera, Oxfordian, Volgian, Moscow, clays.

По фауне юрских отложений центральных районов Европейской части России накоплен обширный фактический материал (Кузнецова, 1979; Средний..., 1989; Азбель и др., 1991). Данные, появляющиеся в последнее время (Кольпэр и др., 2017), могут привести к пересмотру устоявшихся ранее границ между фораминиферовыми зонами и, возможно, пересмотру набора видов, характерных для этих зон. Настоящее исследование может дополнить имеющийся фактический материал.

Материалом для исследования послужил керн скважины, пробуренной в Кожухово при строительстве метро, Косино-Ухтомского района, расположенного в Восточном округе Москвы. Глубина скважины 52 метра, отбор образцов сделан в интервале 33,0–51,0 м. Вскрытый интервал охватывает мневниковскую свиту средневолжского подъяруса, коломенскую свиту верхнего оксфорда и, частично, подмосковную свиту средне-верхнеоксфордского возраста, в которой остановлен забой. Микрофауна представлена фораминиферами, остракодами, мелкорослыми гастроподами и двустворками, наннопланктоном и имеет хорошую сохранность.

Подмосковная свита сложена глиной черной жирной слюдистой с прослоями глины зеленоватой, к нижней части вскрытого интервала переходящей в глину темно-коричневую. Макрофауна представлена аммонитами. Вскрытая мощность 15,8 м. Фораминиферы: *Textu*laria jurassica Gümbel, Astacolus batrakiensis (Mjatliuk), Bojarkaella lagenoides (Wisniowski), Ceratolamarckina? adiposa Azbel, Citharina chanica (Mjatliuk), C. effrenata Azbel, C. ornitocephala (Wisniowski), C. raricostata (Furssenko et Poljenova), Dentalina jurensis Terquem, D. longiscata d'Orbigny, Epistomina parastelligera Hofker, E. nemunensis Grigelis, E. uhligi Mjatliuk, E. unzhensis Azbel, E. volgensis Mjatliuk, Geinitzinita nodulosa (Furssenko et Poljenova), Globuligerina oxfordiana (Grigelis), Labalina milioliniformis (Paalzow), Lenticulina ectypa costata Cordey, L. ex gr. brestica Mitjanina, L. muensteri (Roemer), L. pirjatiensis Pjatkova, L. russiensis (Mjatliuk), L. tumida (Mjatliuk), L. tympana Grigelis, Lituotuba bulbifera (Paalzow), Lingulonodosaria? tuberosa (Schwager), Marginulinopsis embaensis (Furssenko et Poljenova), Nodosaria euglypha Schwager, N. muensterana Gümbel, N. penium Wisniowski, Oolina apiculata (Reuss), Opthalmidium sagittum (E. Bykova), O. stuifense (Paalzow), O. strumosum (Gümbel), Orthella paalzowi E. Bykova, Planularia oxfordiana K. Kuznetsova, Tristix jurassica (Furssenko et Polenova), T. tutkowskii Kaptarenko, Ramulina spandeli Paalzow, Saracenaria cornicopiae (Schwager), S. triquetra (Gümbel) (рис. 1).

На юго-западе Москвы фораминиферы из этой свиты представлены только секреционными формами. Большая часть определенных видов присутствует в обоих разрезах, но на юго-западе более разнообразны эпистомины, денталины и лентикулины (Устинова, Радугина, 2004; Устинова, 2009).

Коломенская свита согласно перекрывает московскую и имеет мощность 6,4 м. В ее строении участвует глина коричневато-серая с многочисленными ходами *Chondrites*. Кверху она

Система	Отдел	Apyc	Подъярус	Свита	Зона по фораминиферам	Глубина, м	Литология	№ образца	Epistomina parastelligera	. Epistomina uhligi	Epistomina unzhensis	Globuligerina oxfordiana	Opthalmidium stuifense	Opthalmidium strumosum	Orthella paalzowi Labalina milioliniformis	Lituotuba bulbifera	Epistomina nemunensis	Lenticulina ectypa costata	· Lenticulina ex gr. brestica	Lenticulina muensteri	Epistomina sp.	Lenticulina ex gr. infravolgaensis	Marginulina ex gr. batrakieformis Marginulina ex gr. striatocostata
		Волжский	Средний	Мневниковская		33.0		1			¢.										7	•2	41 4 1
Юрская	Верхний		Верхний	Коломенская	Lenticulina russiensis-Epistomina uhligi			5	•22	•77 •158	•126 •4 •53						•347 •149 •20			•3			
		Оксфордский	Средний-верхний	Подмосковная	Opthalmidium strumosum-Lenticulina brestica	51.0		8 9 10	•750 •>100 •29 •550	•>2000)0•20 •>7000	•255 •500 •4 •20	•600 •38 •19	0 8 • 5 - 6 • 8	4 •108 •250	³ •6	•6	•>3000 •10	•1(•75 0 •15				

•6 Количество экземпляров в образце

Рис. 1. Распределение характерных фораминифер в разрезе Кожухово

переходит в глину серую слюдистую с мелкими биокластами. Видовое разнообразие фораминифер в ней резко падает. В состав комплекса входят Astacolus batrakiensis (Mjatliuk), Citharina effrenata Azbel, Epistomina nemunensis Grigelis, E. parastelligera Hofker, E. uhligi Mjatliuk, L. aff. tumidiuscula Pyatkova, Saracenaria cornicopiae (Schwager). На юго-западе Москвы коломенская свита отличается большим видовым разнообразием комплекса фораминифер (Устинова, 2009). В ней А.Я. Азбель определила 13 видов.

Мневниковская свита, в которую объединены по решению МСК филевская и егорьевская свиты (Унифицированная схема..., 2012), ложится на коломенскую со значительным перерывом. Из разреза выпадают, видимо, часть верхнего оксфорда, весь кимеридж и нижневолжский подъярус. Она сложена в нижней части глауконитовым песчаником, а в верхней – глиной темно-серой с лентовидными ходами червей и черным глинистым песком. Мощность свиты составляет 4 м. Комплекс фораминифер очень беден, что характерно для Московского региона (Устинова, 2009, Устинова и др., 2014). В него входят *Epistomina sp.*, *Lenticulina* ex gr. *infravolgaensis* (Furssenko et Poljenova), *Marginulina* ex gr. *batrakieformis* Azbel, *M.* ex gr. *striatocostata* Reuss (puc. 1).

На северо-западе Москвы (разрез «Крылатское», Устинова и др., 2014) из средневолжских отложений выделен всего один вид *Citharina heteropleura* (Terquem), в то время как на юго-западе Москвы А.Я. Азбель определено 16 видов и выделена зона Lenticulina ponderosa – Flabellammina lidiae (Азбель и др., 1991; Устинова, 2009).

По присутствию характерных видов в оксфордских отложениях выделены зоны по фораминиферам. Подмосковную свиту и самую нижнюю часть коломенской охватывает зона Opthalmidium strumosum – Lenticulina brestica. Она распространена в Европейской части бывшего СССР и Западном Казахстане. Коломенская свита включает зону Lenticulina russiensis – Epistomina uhligi, которая распространена кроме перечисленных регионов и в Крыму (Азбель и др., 1991). Для первой характерны *Labalina milioliniformis* (Paalzow), *Lenticulina ectypa costata* Cordey, *Lituotuba bulbifera* (Paalzow), *Opthalmidium strumosum* (Gümbel), *Orthella paalzowi* E. Bykova, *Epistomina nemunensis* Grigelis, *E. uhligi* Mjatliuk (Азбель и др., 1991) (табл. 1).

Для зоны Lenticulina russiensis – Epistomina uhligi нет видов, характерных только для нее, и, возможно, что переизучение фактического материала, полученного ранее, и поступление новых данных приведет к пересмотру границ этой зоны (Кольпэр и др., 2017).

Результаты изучения фораминифер из разных разрезов г. Москва показывают неоднородность их видового состава даже на такой сравнительно небольшой площади распространения, что может быть вызвано локальными палеоэкологическими и палеогеографическими факторами.

Автор благодарит А.С.Алексееваза любезно предоставленные материалы и Н.В. Горькову за фотографии фораминифер в СЭМ. Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 18-05-00501 и теме госзадания № 0135-2015-0034.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Азбель А.Я., Григялис А.А., Кузнецова К.И. Юрская система. Верхний отдел. Европейская часть СССР // Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя. Л.: Недра, 1991. С. 64–76.

Кольпэр К., Никитенко Б.Л., Хафаева С.Н. Стратиграфия и особенности экостратиграфического распределения морфогрупп фораминифер верхней юры разреза Макарьев (р. Унжа, бассейн Волги) // Геология и геофизика. 2017. Т. 58, № 1. С. 86–104.

Кузнецова К.И. Стратиграфия и палеобиогеография поздней юры Бореального пояса по фораминиферам // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 332. М.: Наука, 1979. 124 с.

Средний и верхний оксфорд Русской платформы // Тр. МСК. Т. 19 / Месежников М.С. (ред.). Л.: Наука, 1989. 183 с.

Унифицированная региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка / Митта В.В. (отв. ред.). М.: ПИН РАН – ФГУП «ВНИГНИ», 2012. 64 с.

Устинова М.А. Распределение известкового наннопланктона и фораминифер в келловейских, оксфордских и волжских отложениях юго-западной части Москвы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009. Т. 17, № 2. С. 98–111.

Устинова М.А., Маленкина С.Ю., Вишневская В.С. Микропалеонтологическая характеристика верхнеоксфордских и средневолжских отложений (верхняя юра) разреза Крылатское в Москве. 2014 // Бюл. МОИП. Отд. геол. Т. 89, вып. 3. С. 19–32.

Устинова М.А., Радугина С.В. Расчленение келловея и оксфорда Москвы по известковому наннопланктону и фораминиферам // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2004. Т. 79, вып. 3. С. 20–25.



Таблица 1. Характерные фораминиферы зон Opthalmidium strumosum – Lenticulina brestica и Lenticulina russiensis – Epistomina uhligi. Фиг. 1. *Opthalmidium strumosum* (Gümbel), сбоку, обр. 11. Фиг. 2. *Opthalmidium stuifense* (Paalzow), сбоку, обр. 11. Фиг. 3. *Labalina milioliniformis* (Paalzow), сбоку, обр.10. Фиг. 4. *Orthella paalzowi* E. Bykova, обр. 10. Фиг. 5. *Lituotuba bulbifera* (Paalzow), обр. 10. Фиг. 6. *Citharina raricostata* (Furssenko et Poljenova), сбоку, обр. 11. Фиг. 7. *Citharina chanica* Mjatliuk, сбоку, обр. 11. Фиг. 8. *Citharina effrenata* Azbel, сбоку, обр. 9. Фиг. 9. *Citharina ornitocephala* (Wisniowski), сбоку, обр. 8. Фиг. 10. *Marginulina* ex gr. *batrakieformis* Azbel, сбоку, обр. 4. Фиг. 11. *Lenticulina* ex gr. *brestica* Mitjanina, сбоку, обр. 9. Фиг. 12. *Lenticulina ectypa costata* Cordey, сбоку, обр. 9. Фиг. 13. *Lenticulina muensteri* (Roemer), сбоку, обр. 5. Фиг. 14. *Lenticulina* aff. *tumidiuscula* Pyatkova, сбоку, обр. 5. Фиг. 15. *Lenticulina* ex gr. *infravolgaensis* (Furssenko et Poljenova), сбоку, обр. 4. Фиг. 16. *Epistomina parastelligera* Hofker, со спинной стороны, обр. 11. Фиг. 17. *Epistomina uhligi* Mjatliuk, со спинной стороны, обр. 11. Фиг. 18. *Epistomina unzhensis* Azbel, со спинной стороны, обр. 11. Фиг. 19. *Epistomina nemunensis* Grigelis, со спинной стороны, обр. 8. Фиг. 20. *Epistomina* sp., со спинной стороны, обр. 4

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕРАСЧЛЕНЕНИЕ РАЗРЕЗА КАЙНОЗОЯ БУХТЫ КВАЧИНА (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА) ПО ФОРАМИНИФЕРАМ

Н.А. Фрегатова¹, С.И. Бордунов², Т.В. Дмитриева¹

¹ВНИГРИ, Санкт-Петербург, tvdmitrieva@vnigri.ru ²Геологический институт РАН, Москва, sib-msu@mail.ru

BIOSTRATIGRAPHIC SUBDIVISION OF CENOZOIC SECTION OF THE KVACHINA BAY (WESTERN KAMCHATKA) BY FORAMINIFERA

N.A. FREGATOVA¹, T.V. DMITRIEVA¹, S.I. BORDUNOV²

¹*VNIGRI, St. Petersburg* ²*Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow*

The Cenozoic section of the Kvachina bay is one of the reference sections of Western Kamchatka. Analysis of the stratigraphic distribution of foraminifera in Paleogene and Neogene sediments in the section allowed to establish a successive change of assemblages along a section and to allocate 13 Beds with Foraminifera that combine into 4 assemblage zones. Studied foraminiferal assemblages correspond to horizons regional stratigraphic schemes of the Western Kamchatka.

Key words: Foraminifera, Kamchatka, Cenozoic, assemblage zones.

Разрез кайнозоя бухты Квачина – один из опорных разрезов Западной Камчатки. Он находится в Западно-Камчатской структурно-формационной зоне и входящей в ее состав Тигильской структурно-фациальной зоне, где расположены стратотипы всех горизонтов (или региоярусов) палеогена и неогена региона. Его изучение началось еще в 1930х–1940х годах Б.Ф. Дьяковым, И.Б. Плешаковым, Л.В. Криштофович (Плешаков, 1939; Криштофович, 1947). В 1984 г. разрез исследовали сотрудники ГИН РАН Ю.Б. Гладенков, Синельникова В.Н., А.Е. Шанцер и другие (Гладенков и др., 1991). Ю.Б. Гладенков выделил в разрезе 37 литологических пачек. В 2014 г. сотрудниками ГИН РАН и ВНИГРИ был проведен дополнительный сбор образцов на данном разрезе для комплексных исследований разными методами с целью уточнения возраста выделенных ранее пачек (Гладенков, 2016). Возраст пачек этого разреза (особенно нижних) определялся различными исследователями по-разному.

В береговом обрыве центральной части бухты Квачина стратиграфически снизу вверх (от контакта с подстилающими их дислоцированными нижнеэоценовыми образованиями, относимых ранее к мезозою) и далее на восток залегают терригенные отложения среднего эоцена – неогена тигильской (пачки 1–13) и белесоватой (14–35) толщ, а также низов кавранской серии (36–37), слагающие западное крыло и центральную часть синклинальной структуры горы Увуч. Общая мощность около 450 м.

В разрезе выделяются три части: нижняя (пачки 1 complex 13 – тигильская толща), средняя (пачки 14–29 – низы белесоватой толщи) и верхняя (пачки 29–35– верхи белесоватой толщи). Тигильская толща представлена в основном мелководными прибрежными фациями (песчаники, конгломераты, гравелиты, в верхах появляются алевролиты). В кровле тигильской толщи (пачки 12 и 13) отмечается заметное присутствие туфогенных пород. Средняя часть осадочного цикла включает, в основном, кремнистые туфоалевролитовые, туфодиатомитовые и туфогенные породы, в нижней половине отмечаются отдельные глыбы магматических пород. Значительная часть белесоватой толщи, мощностью около 290 м, относится к осадкам, сформировавшимся в условиях лавинной седиментации со скоростью накопления около 290 мм/тыс. лет. Верхняя часть седиментационного цикла характеризуется песчаниками и гравелитами с прослоями алевролитов. Породы кавранской серии (пачки 36–37), представлены конгломератами и алевролитами. Для разреза характерно присутствие большого количества карбонатных и песчано-карбонатных конкреций разной формы и размера.

В настоящей работе приводятся результаты изучения фораминифер из образцов, отобранных в 1984 и 2014 гг., что позволило получить более детальную характеристику комплексов фораминифер.

Первые определения фораминифер из палеогеновых свит разреза бухты Квачина были выполнены Н.А. Волошиновой (Плешаков, 1939; Криштофович, 1947). Выше контакта ти-

гильской и воямпольской серий Н.А. Волошиновой описан комплекс фораминифер, имеющий определенное сходство с комплексом с *Cassidulina kernensis*, описанным позднее М.Я. Серовой из «туфогенного горизонта» 7 пачки Плешакова, который она сопоставляла с ковачинским горизонтом верхнего эоцена региональной стратиграфической шкалы (Решения..., 1998; Серова, 2001).

Позднее фораминиферы из Увучинского разреза (другое название разреза бухты Квачина также используемое в литературе) изучались М.Я. Серовой (2001). Ею на основе изменения систематического состава фораминифер по вертикали было выделено пять комплексов, приуроченных к определенным стратиграфическим уровням. Для привязки микрофаунистических комплексов она использовала схему стратиграфии этого разреза, предложенную И.Б Плешаковым в 1939 г. В пачке 2 песчаников, лежащей на базальных конгломератах пачки 1, ею выделен комплекс фораминифер с *Silicosigmoilina longa*. Данный комплекс с *Cibicides baileyi* соответствует литологическим пачкам 3 и 4 по Плешакову (1939). Вмещающие толщи были отнесены к снатольскому горизонту среднего эоцена. В 5 и 6 пачках выделен М.Я. Серовой комплекс *с Сусlammina samanica*. Отложения отнесены к ковачинскому горизонту верхнего эоцена.

В 7 пачке – это, видимо, «туфогенный горизонт» И.Б. Плешакова (1939) – описан богатый комплекс бентосных секреционных фораминифер. Планктонные и агглютинирующие фораминиферы не обнаружены. Комплекс с *Cassidulina kernensis* включает разнообразные дискорбиды, аномалиниды, нодозарииды и полиморфиниды. На основании сходства данного сообщества с комплексом формации Вэгонвил Калифорнии яруса Рефуджиан выделенные слои имеют позднезоценовый возраст и соответствуют верхней части ковачинской свиты.

В 8, 9 и 11 пачках фораминиферы не обнаружены. В 10 пачке встречены единичные *Buda-shevaella laevigata* (Voloshinova) и *Haplophragmoides laminatus* Voloshinova, что по мнению М.Я. Серовой указывает на наличие в Увучинском разрезе аналогов утхолокско-вивентекского горизонта Точилинского разреза Западной Камчатки. Автор делает вывод об отсутствии в данном разрезе аналогов аманинско-гакхинского горизонта (Серова, 2001).

Анализ распределения фораминифер в палеогеновых и неогеновых отложениях в разрезе южного крыла синклинали в бухте Квачина позволил авторам настоящей работы установить последовательную смену комплексов по разрезу и выделить 13 слоев с фораминиферами, которые объединяются в 4 комплексные зоны. Нижняя их граница устанавливается по появлению видов-индексов и характерных видов комплекса (рис.1, 2). По масштабу распространения выделенные зоны являются региональными и прослеживаются в смежных районах российского Дальнего Востока (Серова, 1969; Дмитриева, Фрегатова, 2004; Беньямовский, Фрегатова, 2013). Для привязки к региональным горизонтам и обоснования возраста слоев и зон проведено сравнение установленных биостратонов со стратонами Точилинского опорного разреза Западной Камчатки (Серова, Спирина, 1984; Решения..., 1998).

Из изученного материала можно сделать следующие выводы.

Изученные комплексы фораминифер соответствуют комплексам горизонтов региональной стратиграфической схемы Западной Камчатки (слои 1 и 2 сопоставляются со снатольским-ковачинским горизонтами, слои 3 – с ковачинским горизонтом, слои 4 – с аманинско-гакхинским, слои 5–9 – с утхолокско-вивентекским, слои 10–12 – с кулувенским, слои 13 – с ильинским) (Решения..., 1998) и прослеживаются в различных разрезах Охотоморского региона. Сделанное ранее предположение М.Я. Серовой (2001) о наличии здесь нижнепалеоценовых слоев нашими исследованиями не подтвердилось. Виды, перечисленные Серовой (2001) из этого комплекса, имеют широкое стратиграфическое распространение – от мезозоя или дания нижнего палеоцена до середины лютета среднего эоцена или даже до миоцена. В некоторых работах эти виды в целом принимаются типичными для позднего палеоцена (Беньямовский, Фрегатова, 2013), хотя даже представители характерного для него рода *Silicosigmoilina* встречаются на Камчатке не только в палеоцене, но и в эоцене. С другой стороны, нельзя исключать и возможность переотложения каких-то форм палеогена в снатольских слоях.

Также не нашло подтверждения другое предположение М.Я. Серовой (2001) об отсутствии в Увучинском разрезе отложений, соответствующих аманинско-гакхинскому горизонту. В 13 пачке, соответствующей зоне Melonis shimokinensis–Globocassidulina subglobosa, комплекс фораминифер представлен многочисленными секреционными формами очень хорошей сохранности с доминированием кассидулин, исландиелл, полиморфинид. Здесь

В	озраст	Толща	Зоны по фораминиферам	Слои с фауной	Горизонты региональной шкалы (Решения, 1998)				
н	средний			Φ13	ильинский				
иоце	unscing		4. Pseudoelphidiella	Φ 12 Φ 11	кулувенский				
Σ	пижний		subcarinata	Φ10	njij benekim				
				Φ9					
нэпо.		лесоватая	3. Ammodiscus concinnus - Haplophragmoides laminatus	Φ8	утхолокско- вивентекский				
Олиг		Be.		Φ7					
				Φ6					
				Φ5					
			2. Melonis shimokinensis - Globocassidullina subglobosa	Φ4	аманинско-гакхинский				
_	верхний	кая		Φ3	ковачинский				
Эоцен	средний-	средний-	1. Trochammina markini -	Φ2	снатольский- ковачинский				
	верхний	Ē	Plectotrochammina poronaiensis	Φ1	снатольский				

Рис. 1. Стратиграфическая схема кайнозоя бухты Квачина по фораминиферам

также отмечается присутствие планктонных фораминифер *Tenuitella praegemma*, как и в пачке 12. Многие формы фораминифер переходят из нижележащих слоев. Таким образом, наблюдается определенная преемственность охотоморской фауны фораминифер конца эоцена и начала олигоцена. Появление видов-индексов *Melonis shimokinensis* (Asano) *Globocassidulina subglobosa* (Brady), а также *Quinqueloculina imperialis* Hanna et Hanna и других, появляющихся в аманинско-гакхинском горизонте Точилинского разреза и характерных для синхронных отложений всего Охотоморского региона, позволяет отделить соответствующие слои от нижележащих и выделить их в качестве самостоятельной зоны. Отмечается прекрасная сохранность раковин фораминифер в туфогенной пачке, а также присутствие в комплексе и молодых и взрослых особей одного вида. Такие особенности, скорее всего, могли быть обусловлены очень быстрым захоронением раковин под слоем пепла, когда водная среда не успела окислиться, и растворение раковин не произошло.

Находки в пачках 12 и 13 планктонных фораминифер *Tenuitella praegemma* (Li) позволяют установить позднеэоценовый – раннеолигоценовый возраст вмещающих слоев (Pearson et al., 2006). Их появление в разрезе свидетельствует о значительной трансгрессии, произошедшей в пределах Охотоморской области и восстановлении связей Западно-Камчатского бассейна с Тихоокеанским.

По результатам изученного нами материала по фораминиферам в литологических пачках 2–4 можно сделать вывод о наличии в низах разреза снатольско-ковачинского комплекса. С долей условности можно разделить снатольский и ковачинский горизонты по границе между слоями Ф1 и Ф2. Установленная зональность по фауне фораминифер соответствует этапности развития фораминиферовых сообществ в кайнозое Охотоморского региона.

Первому этапу соответствует время формирования зоны Trochammina markini – Plectotrochammina poronaiensis. На этом этапе развитие получили как секреционные, так и агглютинирующие формы, с преобладанием в сообществах последних.

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 2. Виды-индексы фораминифер кайнозоя бухты Квачина. Фиг. 1, 2. Trochammina markini Budasheva. Фиг. 3, 4. Plectotrochammina poronaiensis (Asano). Фиг. 5. Reophax tappuensis Asano. Фиг. 6. Hippocrepinella hirudinea (Heron-Allen et Earland). Фиг. 7. Hippocrepinella variabilis Voloshinova. Фиг. 8. Ammodiscus concinnus V. Kuznetzova. Фиг. 9. Haplophragmoides spadix V. Kuznetzova. Фиг. 10. Asanospira carinata (Cushman et Renz). Фиг. 11. Haplophragmoides impressus Voloshinova. Фиг. 12. Cyclammina pacifica Beck. Фиг. 13. Haplophragmoides laminatus Voloshinova. Фиг. 14. Guttulina tumefacta Kuzina. Фиг. 15, 16. Melonis tumiensis V. Kuznetzova. Фиг. 17. Globocassidulina subglobosa Brady. Фиг. 18. Islandiella excavata (Voloshinova). Фиг. 19. Porosorotalia tumiensis V. Kuznetzova. Фиг. 20. Pseudoelphidiella subcarinata (Voloshinova). Фиг. 21. Tenuitella praegemma (Li)

Второму этапу формирования сообществ соответствует время формирования слоев с *Robulus* spp. – *Guttulina tumefacta*. На этом этапе происходит вспышка развития секреционных фораминифер, появление планктонных и исчезновение агглютинирующих. Отмечается расширение связи между западными и восточными акваториями северной части Тихоокеанского бассейна, что нашло отражение в общности комплексов фораминиферпозднеэоценового времени Западной и Восточной Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина, Японии и Северной Америки. Завершение второй стадии в конце позднего эоцена знаменуется повсеместным исчезновением многих видов.

Третьему этапу соответствует время формирования зоны Melonis shimokinensis– Globocassidulina subglobosa. Этот этап является промежуточным между существованием позднеэоценовых и раннеолигоценовых ассоциаций, где отмечается преемственность с предыдущим комплексом, но появляются новые виды, в том числе из семейства Polymorphinidae, свидетельствующие о похолодании, наступившем в олигоцене.

Четвертый этап развития фораминиферовых сообществ характеризуется резкой сменой состава комплексов. Он охватывает интервал времени зоны Ammodiscus concinnus – Haplophragmoides laminatus. Происходит исчезновение многих видов, родов и семейств, что связано с резким изменением физико-географического режима морского бассейна (наступившей регрессией) и похолоданием климата. В составе комплекса исчезают известковые фораминиферы. Появляются новые виды родов *Hippocrepinella, Haplophragmoides, Budashevaella, Сусlammina, Asanospira*. Во второй половине этапа происходит исчезновение более мелководных представителей рода *Hippocrepinella*, доминируют более глубоководные виды.

Пятый этап развития фораминиферовых сообществ (зона Pseudoelphidiella subcarinata) характеризуется появлением представителей родов *Pseudoelphidiella*, *Elphidiella*, *Porosoro-talia* и др., свидетельствующем о потеплении климата, начавшегося в раннем миоцене и установлении шельфовых относительно мелководных условий.

Шестой этап отвечает времени формирования 36 пачки. На рубеже раннего и среднего миоцена происходит значительная перестройка в развитии фораминиферовых сообществ во всем Охотоморском регионе, что нашло отражение и в нашем материале, в котором представлена ассоциация смешанного состава с преобладанием относительно теплолюбивых секреционных форм климатического оптимума среднего миоцена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Беньямовский В.Н., Фрегатова Н.А. Провинциальные зоны палеогена Северо-Западной Пацифики // Стратиграфия морского палеоцена и нижнего эоцена Западной Камчатки (палеонтологическая характеристика, палеогеографические обстановки). М.: ГЕОКАРТ, ГЕОС, 2013. С. 85–88.

Гладенков Ю.Б. Расчленение опорного разреза кайнозоя бухты Квачина Западной Камчатки и проблемы его корреляции // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т 24, № 6. С. 101–113.

Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н., Шанцер А.Е. и др. Эоцен Западной Камчатки. М.: Наука, 1991. 184 с.

Дмитриева Т.В., Фрегатова Н.А. Разработка зонального стандарта верхнего олигоцена-миоцена Западной Камчатки по бентосным фораминиферам // Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов. СПб.: Недра, 2004. С. 177–198.

Криштофович Л.В. Стратиграфия и фауна тигильской толщи западного побережья Камчатки // Тр. НИГРИ. Новая сер. Вып. 23. Л.: Ленгостоптехиздат, 1947. 151 с.

Плешаков И.Б. Третичные отложения Утхолокского района Западной Камчатки // Тр. НИГРИ. Сер. А. Вып. 123. Л., 1939. З9 с.

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.

Серова М.Я. Зональное расчленение и корреляция палеогеновых отложений северо-западной части Тихоокеанской провинции // Биостратиграфия, фауна и флора кайнозоя северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса. М.: Наука, 1969. С. 101–114.

Серова М.Я. Фораминиферы и биостратиграфия верхнего палеогена Северной Пацифики. М.: Наука, 2001. 215 с.

Серова М.Я., Спирина Л.В. Бентосные фораминиферы // Атлас фауны и флоры неогеновых отложений Дальнего Востока. Точилинский опорный разрез Западной Камчатки. М.: Наука, 1984. С. 61–67.

Pearson P. N., Olsson R.K., Huber B.T. et al. Atlas of Eocene planktonic foraminifera // Cushman Foundation for Foraminiferal Research. Spec. Publ. 2006. V. 41. 513 p.

ФОРАМИНИФЕРЫ ИЗ ПОГРАНИЧНЫХ ПЕРМО-ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО ВЕРХОЯНЬЯ (ЯКУТИЯ, Р. СЕТОРЫМ)

А.В. Ядренкин¹, А.С. Бяков^{2,3}, Р.В. Кутыгин⁴, А.В. Копылова⁵

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

²Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН,

Магадан, abiakov@mail.ru

³Казанский федеральный университет, Казань ⁴Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, rkutygin@mail.ru ⁵Новосибирский государственный университет, Новосибирск, kopylovaav-82@ya.ru

FORAMINIFERS FROM PERMIAN-TRIASSIC BOUNDARY DEPOSITS AT THE SOUTHERN VERKHOYANIE (YAKUTIYA, SETORYM RIVER)

A.V. YADRENKIN¹, A.S. BIAKOV^{2,3}, R.V. KUTYGIN⁴, A.V. KOPYLOVA⁵ ¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk ²North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n. a. N.A. Shilo, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan ³Kazan Federal University, Kazan ⁴Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk ⁵Novosibirsk State University, Novosibirsk

The new data about foraminifers from Permian-Triassic boundary at the Setorym River section (Yakutia, North-East Russia) are represented. Foraminifers from lower part of the Nekuchan Formation are collected. The foraminiferal complex includes the ammodiscides *Ammodiscus*, *Glomospira*, *Glomospirella*. They are typical for the Boreal regions. The changing of foraminiferal taxonomic structure and amount of foraminifers at near to P/T boundary are detected. *Key words*: foraminifers, Permian – Triassic boundary, Yakutia, Russia.

Граница палеозоя и мезозоя характеризуется самым массовым вымиранием биоты за всю историю фанерозоя, и этой проблеме, выяснению геологических, климатических, космических причин и масштабов этого события в последние десятилетия были посвящены многочисленные работы. На данный момент в ряде наиболее стратиграфически полных разрезах мира проведен значительный объем палеонтолого-стратиграфических, геохимических и минералогических исследований с целью выявления следов глобальных изменений среды обитания. В качестве важнейших индикаторов изменения климата широко используются колебания δ^{13} С и δ^{18} О, и для ряда опорных разрезов построены кривые изменений этих параметров (Yin, 1996; Yin et al., 2001 и др.). В результате в разрезе Мейшань (Южный Китай) была утверждена точка глобального стратотипа границы (GSSP PTB) перми и триаса (Yin et al., 2001 и др.). Однако новое положение границы не согласуется с существующей биостратиграфической схемой, а именно, не совпадает с традиционной границей, проведенной по аммоноидеям (Tozer, 1994). Поэтому китайскими геологами при обосновании границы систем в глобальном стратотипе границы (GSSP) была использована шкала по конодонтам. Следует отметить, что использование конодонтов в качестве ортофауны дискуссионно, учитывая редкость или их полное отсутствие на этом уровне в восточно-бореальных регионах (Константинов и др., 2013а).

Южное Верхоянье для всей восточной части Бореальной надобласти является одним из немногих регионов, где триас представлен своими базальными слоями. Разрезы по ручью Суол в бассейне р. Сеторым (правый приток р. Восточная Хандыга, впадающей в р. Алдан) являются лучшими на северо-востоке Азии для изучения границы перми и триаса (рис. 1). Традиционно граница двух систем в этом районе проводилась по контакту песчаников имтачанской и аргиллитов некучанской свит (Дагис, Дагис, 1987; Dagis, Ermakova, 1996). В последнее время было проведено комплексное палеонтолого-литостратиграфическое и геохимическое изучение ряда разрезов приграничного интервала в бассейне р. Сеторым (Бяков и др., 2016). Геохимические исследования включали детальное опробование приграничного интервала разреза на $\delta^{13}C_{org}$ и $\delta^{13}C_{carb}$. В результате построена изотопно-углеродная кривая, сопоставленная с подобными кривыми из пограничных слоев перми и триаса ряда опорных разрезов Евразии и Северной Америки, и предложено новое положение границы: не в основании, а в нижней части некучанской свиты, которое приближенно к интервалу с минимальными значениями по изотопу $\delta^{13}C$ (Захаров и др., 2014, 2015).

На фоне вышеперечисленных достижений фораминиферы остаются слабоизученным звеном приграничного интервала в Бореальной надобласти. Эта группа достаточно хорошо изучена в тетических регионах Южного Китая, Памира, Турции и др., где установлены закономерности изменения их таксономического разнообразия и выявлены два этапа вымирания, связанные с глобальными климатическими изменениями (Левен, Корчагин, 2001; Song et al., 2007; Корчагин, 2011 и др.). Что касается Бореальных регионов, данных по фораминиферам терминальной перми и нижнего триаса немного, а находки в едином разрезе неизвестны.

Материалом для статьи послужили коллекции образцов и выделенных из них фораминифер из нижней части некучанской свиты на руч. Суол, собранные А.С. Бяковым, Т.В. Клец и А.В. Копыловой при целенаправленных микропалеонтологических исследованиях на предмет обнаружения в этом разрезе конодонтов. Присутствие фораминифер установлено в 10 образцах. Дезинтеграция вмещающих пород при лабораторной обработке образцов была проведена с применением плавиковой кислоты, изучение раковин фораминифер выполнено нами исключительно на выделенных формах.

Все фораминиферы происходят из нижней части некучанской свиты. В целом видовой состав комплекса типичен для индских отложений бореальных регионов, но таксономически более обедненный, представленный только аммодисцидами из родов *Ammodiscus*, *Glomospira* и *Glomospirella*, содержащий как пермские, так и триасовые виды довольно широкого стратиграфического диапазона (рис. 2).



Рис. 1 Положение разреза Суол (р. Сеторым) на Северо-Востоке России (стрелка на карте)



Рис. 2. Фораминиферы из нижней части некучанской свиты: a – Ammodiscus septentrionalis Gerke, b – Glomospirella indskiensis Kasatkina, c – G. ex gr. shengi Ho, d – Glomospira deplanata Kasatkina; длина масштабной линейки 0,2 мм

Ammodiscus septentrionalis Gerke происходит и широко распространен в пермских (Герке, 1961), но также встречается и в нижне-среднетриасовых отложениях севера Средней Сибири (Дагис, Казаков, 1984; Константинов и др., 2013б). Виды *Glomospira deplanata* Kasatkina, *Glomospirella indskiensis* Kasatkina описаны Е.А. Касаткиной, их голотипы происходят из нижней части индского яруса и относятся к зоне Otoceras boreale (Касаткина, 1991). Эти виды также отмечены в прямореченской толще (условно индского возраста) на о. Котельном архипелага Новосибирские острова (Константинов и др., 2013б).

Распределение фораминифер в разрезе неравномерно, фораминиферы относительно многочисленны (до 50 экз. в образце) в самых низах некучанской свиты (от подошвы и 3 м выше), здесь доминируют Ammodiscus septentrionalis Gerke, остальные виды – Glomospira deplanata Kasatkina, Glomospirella indskiensis Kasatkina, G. ex gr. shengi Ho встречены в единичных экземплярах. В средней части изученного интервала разреза фораминиферы не обнаружены. Здесь (в 3,5–6 м от подошвы свиты) отсутствует и макрофауна, что, повидимому, связано с развитием эвксинных обстановок, и, вероятно, соответствует второму эпизоду позднепермского вымирания (Бяков и др., 2018). Выше фораминиферы вновь появляются, но представлены они единичными аммодискусами (Ammodiscus septentrionalis Gerke) и редкими гломоспиреллами. В целом количество и видовой состав фораминифер вверх по разрезу постепенно увеличивается, наблюдается восстановление микробентосного сообщества после эпизода вымирания.

Таким образом, в данном сообщении нами представлены первые результаты изучения фораминифер из пограничных пермо-триасовых отложений Южного Верхоянья. Получены данные о таксономическом составе и структуре комплекса, а также об особенностях их количественного распределения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты №17-05-00109 и №18-05-00191.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бяков А.С., Захаров Ю.Д., Хорачек М. и др. Новые данные о строении и возрасте терминальной перми Южного Верхоянья (Северо-Восток Азии) // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 2. С. 353–367.

Бяков А.С., Кутыгин Р.В., Горячев Н.А. и др. Открытие позднечансинского комплекса двустворчатых моллюсков и два эпизода вымирания фауны в конце перми на Северо-Востоке Азии // Докл. АН. 2018. Т. 480, № 1 (в печати).

Герке А.А. Фораминиферы пермских, триасовых и лейасовых отложений нефтеносных районов севера Центральной Сибири // Тр. НИИГА. Т. 120. Л.: Гостоптехиздат, 1961. 518 с.

Дагис А.С., Казаков А.М. Стратиграфия, литология и цикличность триасовых отложений севера Средней Сибири // Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 586. Новосибирск: Наука, 1984. 177 с.

Дагис А.С., Дагис А.А. Биостратиграфия древнейших отложений триаса и граница палеозоя и мезозоя // Геология и геофизика. 1987. № 1. С.19–29.

Захаров Ю.Д., Бяков А.С., Хорачек М. Глобальная корреляция базальных слоев триаса в свете первых изотопно-углеродных свидетельств по границе перми и триаса на северо-востоке Азии // Тихоокеанская геол. 2014. Т. 33, № 1. С. 3–19.

Захаров Ю.Д., Бяков А.С., Рихоц С., Хорачек М. Значение изотопно-углеродных данных по пограничным слоям перми и триаса в Верхоянье для глобальной корреляции базальных слоев триаса // Докл. АН. 2015. Т. 460, № 1. С. 60–64.

Левен Э.Я., Корчагин О.А. Пермо-триасовый биотический кризис и фораминиферы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2001. Т. 9, № 4. С. 55–64.

Касаткина Е.А. Первые находки раннетриасовых фораминифер на Шпицбергене // Ежегодн. ВПО. Т. 34. Ленинград: Наука, 1991. С. 11–18.

Константинов А.Г., Соболев Е.С., Копылова А.В., Ядренкин А.В. Триас Северо-Востока России: зональные шкалы, границы ярусов и нерешенные проблемы // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. Всероссийское совещание. 23—25 мая 2013 г., Геологический институт РАН, г. Москва. Сборник статей / Ред. М.А. Федонкин. М.: ГИН РАН, 2013а. С. 262–266.

Константинов А.Г., Соболев Е.С. Ядренкин А.В. Стратиграфия триаса восточной части побережья моря Лаптевых и Новосибирских островов // Геология и геофизика. 2013б. Т. 54, № 8. С. 1028–1046.

Корчагин О.А. Фораминиферы на рубеже перми-триаса в глобальном стратотипе границы (слой №27, Мейшань, Южный Китай) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19, № 2. С. 40–54.

Dagis AS., Ermakova S.P. Induan (Triassic) ammonoids from North-Eastern Asia // Revue de Paleobiology. 1996. V. 15, N 2. P. 401–447.

Ho J. Triassic Foraminifera from the Chialingchiang Limestone of South Sechuan // Acta Paleontol. Sinica. 1959. V. 7, N 5. P. 387–418.

Song H.J., Tong J.N., Zhang K.X. et al. Foraminiferal survivors from the Permian–Triassic mass extinction in the Meishan section, South China // Palaeoworld. 2007. V. 16. P. 105–119.

Tozer E.T. Canadian Triassic ammonoid faunas // Geol. Surv. Can. 1994. Bull. 467. P. 1-663.

Yin H. (Ed.) The Paleozoic–Mesozoic boundary – Candidates of the Global Stratotype section and Point (GSSP) of the Permian–Triassic boundary. Wuhan: China Univ. Geoscience Press, 1996. P. 1–137.

Yin H., Zhang K., Tong J. et al. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic boundary // Episodes. 2001. V. 24, N 2. P. 102–114.
РАДИОЛЯРИИ

РАДИОЛЯРИИ И ПАЛЕОГЕНОВЫЕ БИОКРЕМНИСТЫЕ ФАЦИИ НА ЗАПАДЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Э.О. Амон

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

RADIOLARIANS AND PALEOGENE BIOSILICEOUS FACIES IN WEST OF WESTERN SIBERIA

E.O. Amon

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

Biogenic siliceous sediments of Thanetian-Ypresian are widespread in the TransUrals and the West of Western Siberia, and were formed by diatoms, radiolarians, silicoflagellates. Development of radiolarians in Paleogene West Siberian inner sea was caused by planetary PETM and EECO events, as well other climatic and paleogeographic factors. There were free connections of West Siberian regional radiolarian fauna and possibility for exchange of faunal elements between different areas of World Ocean.

Key words: Western Siberia, biosiliceous sediments, radiolarians, Paleogene.

Высококремнистые опал-кристобалитовые породы, относящиеся к биогенным и биогенно-хемогенным силицитам, играют важную роль в структуре кайнозойского осадочного чехла Западносибирской плиты (Опалиты..., 1987; Ахметьев, 2011; Александрова и др., 2012; Смирнов, Константинов, 2017). В их состав входят кремнистые «опоковидные» глины, опоки, диатомовые глины, диатомиты и трепелы, слагающие люлинворский региональный стратиграфический горизонт; прослоями силициты встречаются в талицком горизонте (Унифицированные..., 2001). Основной объем кремнистых пород приурочен к серовской свите (опоки и «опоковидные» глины, редко диатомиты) верхнего палеоцена, а также к ирбитской и нюрольской свитам (диатомовые глины, диатомиты, трепелы, кремнистые глины, глины) нижнего эоцена (табл. 1). Распространены они в Зауралье и западной части Западной Сибири, где формируют Западно-Сибирскую провинцию опал-кристобалитовых пород (Опалиты..., 1987; Смирнов, Константинов, 2017).

В эпохе палеоцен-эоценового биогенного кремненакопления в Западной Сибири выделены стадии (этапы), которых насчитывается три (Ахметьев, 2011) или четыре (Смирнов, Константинов, 2017), при этом максимум интенсивности процессов приходился на танетско-ипрский рубеж или на начало ипра, а затухание – на конец ипра и на ипрско-лютетский переходный интервал. Силициты палеонтологически охарактеризованы остатками кремнескелетных планктонных микрофоссилий – изобилуют диатомеи; в существенно меньшей степени представлены определимые остатки радиолярий и силикофлагеллят. Микрофоссилии с карбонатным скелетом (бентосные и планктонные фораминиферы, наннопланктон) очень редки. Присутствует также органикостенный микрофитопланктон (цисты динофлагеллят); диатомеи и диноцисты играют ведущую роль в стратиграфии палеогена Западной Сибири (Александрова и др., 2012; Орешкина и др., 2008; Унифицированные..., 2001).

В биогенном кремненакоплении принимали участие представители планктона, обладающие опаловым скелетом, – диатомеи, радиолярии, силикофлагелляты, эбридеи, цисты хризофит, а также бентосные губки. Этим организмам кремний жизненно необходим и они играют колоссальную по своему значению роль в круговороте Si в биосфере и литосфере. В течение кайнозойской истории Земли самая существенная роль в процессах биоаккумуляции кремнезема (а также углерода) принадлежала и принадлежит диатомеям – гетероконтным микроводорослям с опаловым панцирем-фрустулой (Yool, Tyrrell, 2003; Barron et al., 2015; Renaudie, 2016). Кроме того, в эоцене, миоцене и плейстоцене формировались значительные по объемам радиоляриевые илы (Moore et al., 2008).

Высказывались различные гипотезы и точки зрения по поводу доминирующих факторов, благоприятствующих процессам интенсивного биогенного кремненакопления в палеогене. Но в целом, формированию уникальной по многим параметрам Западно-Сибирской провинции опал-кристобалитовых пород (верхний танет – ипр) способствовала большая группа факторов, действие которых было прямым либо опосредованным.

Весьма популярной является гипотеза о ведущей роли арктического апвеллинга, в том числе и для региона Западной Сибири. Важен также космический фактор автоколебаний позиции планеты в палеогене в орбитальной системе Земля – Солнце, оказывавший влияние на климат и темпы седиментации. Другой группой значимых факторов являлись общая топография планеты, тектоника плит, ширина и глубина океанских бассейнов, присутствие океанических хребтов и плато, позиция континентов, открытие/закрытие морских путей; соотношение площадей океан/суша, шельф/глубокий океан.

Кроме них важны форма и взаимное расположение морей, океанов и континентальных блоков; магматизм, палеогеография и орография континентов, рельеф, снижение высоты горных хребтов, внутренние озера, положение и конфигурация береговых линий. Существование в Северном полушарии нескольких систем морских коммуникаций, соединявших океанские бассейны Арктики, Атлантики, Тетис и Пацифики, и в том числе наличие уникальной морской коммуникационной системы субмеридионально пересекавшей Евразию и связывавшей Арктический океан с океаном Тетис через Западносибирское море-пролив (West-Siberian seaway) (рис. 1). Устойчивая система течений и противотечений в Западносибирском морском палеогеновом бассейне. География Уральской суши, обрамлявшей с запада Западносибирский бассейн, ее спокойный тектонический режим, а также рассеченность на отдельные блоки серией субмеридиональных (диагональных) проливов; изрезанность побережья и береговой линии бухтами, долинами и эстуариям рек; обильные атмосферные осадки. Фактор климата, который на рубеже палеоцена/эоцена и в начале эоцена был теплым/жарким и был охарактеризован глобальными событиями PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum, ~56 млн лет назад) и EECO (Early Eocene Climatic Optimum, ~51–53 млн лет). Выброс в океан и атмосферу тысяч гигатонн парниковых газов, и прежде всего CO_2 , CH_4 , и N_2O_2 , вызвавший потепление и эпоху greenhouse. Формирование и накопление стратосферных облаков, оказывавших влияние на облачный покров в тропосфере, усиление парникового эффекта, ветровые явления. Западносибирский бассейн в течение раннего-среднего палеогена испытывал циклическую смену уровней высокого и низкого стояния вод в трансгрессивно-регрессивной ритмике, связанной с общепланетарными колебаниями уровня моря.

Распространено мнение, что основным источником dSi (dissolved silica) и причиной интенсивного развития кремнескелетных организмов в палеоцене и раннем эоцене следует рассматривать апвеллинг, подток глубинных вод, вертикальное перемешивание и перемещение холодных вод из Арктики на юг, чему способствовали западные ветры умеренных широт и полярные восточные ветры (Kitchell, Clark, 1982; Александрова и др., 2012; Смирнов, Константинов, 2017).

Не отрицая и не умаляя важную роль ветрового апвеллинга в процессах, определяющих биопродуктивность вод прибрежных районов океанов и морей, заметим, что влияние так называемых «холодных» арктических вод и «холодных глубинных» вод сильно преувеличено. Подчеркнем, что широтный градиент температур SST в период РЕТМ между Арктикой и Западносибирским бассейном был незначительным: от ~23 до ~27 °C соответственно (Frieling et al., 2014). Температуры вод Арктического океана были названы «субтропическими» (Sluijs et al., 2006), так что говорить об «охлаждении» вод в высоких широтах Арктики затруднительно. Что касается «глубинных» вод, то, согласно оценкам (Беньямовский, 2007, 2008) глубины Западносибирского бассейна не превышали ~200 м.

Важным фактором, недооцененном в литературе, но оказывавшим прямое влияние на расцвет кремнескелетной биоты в раннем палеогене Зауралья, являлся фактор активного континентального выветривания пород и выноса речной сетью в моря больших объемов растворенного кремнезема dSi (Penman, 2016), чему способствовали жаркий климат и усиление циклов увлажнение/осушение на континентах.

Скелеты радиолярий встречаются по всему терригенно-кремнистому разрезу палеоцена-раннего эоцена запада Западной Сибири; в их вертикальном распространении выделено несколько интервалов, соответствующих радиоляриевым биостратонам (биостратиграфические зоны, слои с характерной фауной, Козлова, 1999; Унифицированные..., 2001) (табл. 1, 2). Распространение радиолярий тяготеет к нормальным морским обстановкам шельфового моря преимущественно в Зауралье и западной части Западносибирского бассейна. Находки скелетов радиолярий на восточном склоне Урала в естественных выходах

Отдел	Ярус	Свита	Событие Oreshkina, 2012	Диатомеи Александрова и др., 2012; Беньямовский, 2007, 2008; Орешкина и др., 2008	Радиолярии Козлова, 1999; Амон, Холлис, 2008; Беньямовский, 2007, 2008
Эоцен	Ипрский	Ирбитская			Buryella clinata – B. longa
			EECO	Pyxilla gracilis –	Heliodiscus inca
				Coscinodiscus decrescenoides	Heliodiscus lentis
				Coscinodiscus payeri	Podocyrtis aphorma
					Petalospyris fiscella
Палеоцен	Танетский		PETM	Coscinodiscus uralensis – Hemiaulus proteus	Petalospyris foveolata
		Серовская		Trinacria ventriculosa	Spongotrochus delenitor – Tripodiscinus sengilensis

	Таблица 1. Схема биозональных шка	ал палеогена Западной Сибири по диатомеям и ра	дио-
ЛЯ	яриям		

в долинах р. Пышма, Исеть, Теча, Миасс, Увелька и в карьерах (Коркино) позволяют предполагать, что они могли обитать в районах эстуариев древних рек, возможно перенося некоторое опреснение.

Динамика видового разнообразия радиолярий в течение палеоцена – раннего эоцена в Западной Сибири (табл. 2) показывает, что их развитие связано с периодами планетарных климатических событий РЕТМ и ЕЕСО. В эти периоды зональные ассоциации радиолярий насчитывали наибольшее количество видов. Коэффициент $R_{S/N}$, предложенный С.Б. Кругликовой (2013) в качестве показателя изменений окружающей среды, примерно равный единице или с небольшим превышением (табл. 2), означает обитание фауны радиолярий в открытых пелагических тропических условиях, что свойственно пяти зональным комплексам. Существенное же превышение коэффициентом $R_{S/N}$ значения единицы, которое началось с комплекса *Heliodiscus inca* и достигло максимума в комплексе *Buryella clinata – B. longa*, означает обитание в условиях близкого берега с заметным влиянием прибрежных течений. Это может свидетельствовать об обмелении, завершении эпохи кремненакопления и приближении регрессии (по М.А. Ахметьеву (2011) – регрессия на границе ипра-лютета, перестройка морской меридиональной системы Тетис-Арктика в полузамкнутую систему).

Диатомеи, силикофлагелляты и радиолярии – это группы планктона, которым необходим растворенный кремнезем dSi, однако прогрессирующая в ходе эволюционной истории специализация в биологии и физиологии этих групп, продолжающаяся, по крайней мере, с раннего мела, сделала их сравнительно независимыми в его потреблении (Racki, Cordey, 2000). Помимо растворенного dSi радиолярии усваивают биогенный опал bSi (biogenic silica), используя диатомей в качестве объектов пищи (Lazarus, 2005). Не исключается возможность коэволюционного развития радиолярий и диатомей, что выражается, в частности, в синхронном увеличении веса раковинок радиолярий и увеличении числа диатомей в благоприятных условиях; или в синхронном уменьшении размеров раковинок радиолярий и толщины створок панциря диатомей в условиях ограниченных ресурсов (Lazarus et al., 2009).



Рис. 1. Схематическая реконструкция палеогеографической ситуации в Северном полушарии в начале эоцена, ~55 млн. лет назад (Radionova et al., 2003; Gleason et al., 2009, с изменениями). Показаны связи Арктического океана с Тетическим через бассейн Западной Сибири и Тургайский пролив; с Северной Атлантикой через Норвежско-Гренландский бассейн и Лабрадорское море; с Пацификой через прото-Берингов пролив. Обозначения: GR – Гренландия, NG – Норвежского-Гренландский бассейн, WS – Западная Сибирь, pB – прото-Берингов пролив; 1 – мелководные шельфовые области, 2 – глубоководные зоны океанов, 3 – суша, 4 – возможные пути обмена водных масс; звездочками и буквами отмечены некоторые регионы распространения радиолярий позднего палеоцена – раннего эоцена: в Западной Сибири (*a*), на востоке Русской платформы (*b*), в Атлантике (*c*), северо-западной Атлантике (*d*), западе США (*f*), Японии (е)

Таблица 2. Биоразнообразие зональных комплексов радиолярий

Зональные комплексы радиолярий	Количеств	о таксонов	Коэффициент R _{S/N}		
	Валовое	%			
Buryella clinata – B. longa	47	46,53	2,13		
Heliodiscus inca	67	66,33	1,58		
Heliodiscus lentis	56	55,44	1,15		
Podocyrtis aphorma	50	49,50	1,17		
Petalospyris fiscella	51	50,50	0,89		
Petalospyris foveolata	53	52,47	0,96		
Spongotrochus delenitor – Tripodiscinus sengilensis	227,	8 ,72	1,15		
	Bcero 101		Общий 1,15		

Радиолярии позднего палеоцена – раннего эоцена известны в разнофациальных отложениях многих регионов мира. В Северном полушарии, помимо Зауралья и Западной Сибири, они были установлены: в Приполярном Предуралье; в Тургае; Среднем и Нижнем Поволжье и Прикаспии; Воронежской антеклизе; Предкавказье и Азербайджане; северо-западном Узбекистане; Средиземноморье, о. Кипр; Западных Карпатах в Польше; Олюторской зоне Корякского нагорья; на Камчатке; в Японии; северных районах (10° N) приэкваториальной Пацифики; Тибете; Северо-Восточной Атлантике, район Гобан Спур; Северо-Восточной Атлантике, Бискайский залив и плато Роколл в районе Фарерских островов; Северо-Западной Атлантике к югу от Ньюфаундленда; Карибском бассейне Западной Атлантики. Эта география отражает связи региональных радиоляриевых фаун и возможность свободного обмена элементами фаун различных акваторий Мирового океана вплоть до нотальной области Южного океана (Амон, Холлис, 2008).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова Г.Н., Орешкина Т.В., Яковлева А.И., Радионова Э.П. Диатомеи и диноцисты в интервале палеоцена-раннего эоцена в биокремнистых фациях Среднего Зауралья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20, № 4. С. 68–94.

Амон Э.О., Холлис К.Дж. Некоторые особенности палеобиогеографии радиолярий в средне-высокоширотных палеогеновых морских бассейнах (Западная Сибирь, Новая Зеландия) // Литосфера. 2008. № 2. С. 25–45.

Ахметьев М.А. Проблемы стратиграфии и палеогеографии палеогена средних широт центральной Евразии // Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 10. С. 1367–1387.

Беньямовский В.Н. Палеогеновые меридиональные проливы Северной Евразии // Проливы Северного полушария в мелу и палеогене. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007. С. 80–119.

Беньямовский В.Н. Эволюция палеоландшафтов и микробиоты в палеогене на севере Центральной Евразии // Новости палеонтологии и стратиграфии: Вып. 10–11: Приложение к журналу "Геология и геофизика". 2008. Т. 49. С. 307–311.

Козлова Г.Э. Радиолярии палеогена бореальной области России. СПб.: ВНИГРИ, 1999. 323 с.

Кругликова С.Б. Радиолярии-Polycystina из донных отложений Мирового океана как биоиндикаторы изменений окружающей среды. М.: ГЕОС, 2013. 231 с.

Опалиты Западной Сибири: Сб. науч. тр. / Ред. П.П. Генералова. Тюмень: ЗапсибНИГНИ, 1987. 154 с.

Орешкина Т.В., Яковлева А.И., Александрова Г.Н. Прямая корреляция зональных шкал бореального палеогена по диатомеям и диноцистам (по материалам скв. 19-У, пос. Усть-Манья, восточный склон Северного Урала) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 10–11: Приложение к журналу "Геология и геофизика". 2008. Т. 49. С. 347–350.

Смирнов П.В., Константинов А.О. Биогенное кремненакопление в Западно-Сибирском морском бассейне в палеоцене–эоцене: факторы и стадии // Литосфера. 2017. Т. 17, № 4. С. 26–47.

Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской плиты и объяснительная записка к ним / Под ред. А.Е. Бабушкина, В.С. Волковой. Новосибирск: СНИИГиМС и ИГНиГ СО РАН, 2001. 83 с.

Barron J.A., Stickley C.E., Bukry D. Paleoceanographic, and paleoclimatic constraints on the global Eocene diatom and silicoflagellate record // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2015. V. 422. P. 85–100.

Gleason J.D., Thomas D.J., Moore T.C. et al. Early to middle Eocene history of the Arctic Ocean from Nd-Sr isotopes in fossil fish debris, Lomonosov Ridge // Paleoceanography. 2009. V. 24. P. 1–18.

Kitchell J.A., Clark D.L. Late Cretaceous-Paleogene paleogeography and paleocirculation: evidence of north polar upwelling // Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoceol. 1982. Vol. 40, N 1–3. P. 135–165.

Lazarus D. A brief review of radiolarian research // Paläontologische Zeitschrift. 2005. V. 79, N 1. P. 183-200.

Lazarus D.B., Kotrc B., Wulf G., Schmidt D.N. Radiolarians decreased silicification as an evolutionary response to reduced Cenozoic ocean silica availability // PNAS. 2009. V. 106, N 23. P. 9333–9338.

Moore T.C., Jarrard R.D., Lyle A.O., Lyle M. Eocene biogenic silica accumulation rates at the Pacific equatorial divergence zone // Paleoceanography. 2008. V. 23. P. 1–13.

Oreshkina T.V. Evidence of Late Paleocene – Early Eocene hyperthermal events in biosiliceous sediments of Western Siberia and adjacent areas // Austrian J. Earth Sci. 2012. V. 105, N 1. P. 145–153.

Penman D.E. Silicate weathering and North Atlantic silica burial during the Paleocene–Eocene Thermal Maximum // Geology. 2016. V. 44, N 9. P. 731–734. Racki G., Cordey F. Radiolarian palaeoecology and radiolarites: Is the present the key to the past? // Earth-Sci. Rev. 2000. V. 52. P. 83–120.

Radionova E.P., Beniamovski V.N., Iakovleva A.I. et al. Early Paleogene transgressions: Stratigraphical and sedimentological evidence from the northern Peri-Tethys // Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene. Geol. Soc. Am. 2003. Spec. Pap. V. 393. P. 239–261.

Renaudie J. Quantifying the Cenozoic marine diatom deposition history: links to the C and Si cycles // Biogeosciences. 2016. V. 13. P. 6003–6014.

Sluijs A., Schouten S., Pagani M. et al. Subtropical Arctic Ocean temperatures during the Palaeocene/Eocene thermal maximum // Nature. 2006. V. 441. P. 610–613.

Yool A., Tyrrell T. Role of diatoms in regulating the ocean's silicon cycle // Global Biogeochemical Cycles. 2003. V. 17, N 4. P. 1–21.

К ВОПРОСУ О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ МИГРАЦИИ РАДИОЛЯРИЙ В ФАМЕНСКОМ МОРСКОМ БАССЕЙНЕ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

М.С. Афанасьева

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

ABOUT OF REGULARITIES IN THE MIGRATION OF REDIOLARIANS IN FAMENNIAN MARINE BASIN OF RUSSIAN PLATFORM

M.S. AFANASIEVA

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The peculiarities of the taxonomic composition and spatial-temporal distribution of the radiolarians in the Famennian of the Russian Platform are investigated. The migration patterns of Sphaerellaria, Spumellaria and Aculearia species are established.

Key words: Radiolaria, Sphaerellaria, Spumellaria, Aculearia, migrant-species, aboriginal-species, Late Devonian, Famennian, Russian Platform.

Первая половина фаменского века является временем значительного расширения морского бассейна Русской платформы в результате проникновения Уральского моря на ее центральные и северные территории. К концу фамена отмечается постепенное сокращение занятых морем площадей, которое совпало с глобальной регрессией на рубеже фамена и турне (Alekseev et al., 1996; Фокин, Никишин, 1999; Мизенс, 2003).

Радиолярии были распространены в пределах акваторий внутреннего шельфа с чередованием относительно мелководных и несколько более глубоководных обстановок. Это, главным образом, северо-восток Тимано-Печорского бассейна, Полярный, и Западный Урал, Волго-Уральский бассейн и север Прикаспийского бассейна, т.е. окраинные шельфовые акватории Древнерусского континента. При этом таксономический состав и особенности доминирующих морфотипов в фаменских ассоциациях радиолярий указывают на то, что они обитали в разных экологических условиях. Следовательно, ассоциации радиолярий являются индикаторами условий среды обитания и отражают сложную палеоэкологию региона с разными, отличающимися друг от друга палеообстановками. Сравнительный анализ ассоциаций радиолярий фамена Русской платформы позволил установить в рамках фаменского яруса шесть экозон радиолярий:

I. Экозона Tetrentactinia barysphaera – Holoeciscus auceps Прикаспийского бассейна Казахстана, палеориф Карачаганак, нижний фамен (Афанасьева, 1987, 2000).

II. Экозона Tetrentactinia barysphaera – Caspiaza spinifera Полярного Урала, Лемвинская зона, на р. Пальник-Ю, зона конодонтов Palmatolepis triangularis – Pa. crepida (Афанасьева, 2000; Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012).

III. Экозона Tetrentactinia barysphaera – Retientactinosphaera magnifica Тимано-Печорского бассейна, Сарембой-Леккеягинский вал, скв. Западно-Леккеягинская-65 (инт. 2460–2467 м), зона конодонтов Palmatolepis triangularis – Ра. crepida (Афанасьева, 2000; Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012).

IV. Экозона Haplentactinia alekseevi – Н. vilvaensis западного склона Среднего Урала, р. Вильва, зона конодонтов Palmatolepis triangularis – Ра. crepida (Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012).

V. Экозона Tetrentactinia barysphaera – Ceratoikiscum famennium Припятского прогиба Белоруссии, задонско-елецкий горизонт (Кручек, Назаров, 1977; Назаров, 1988).

VI. Экозона Natgorella hirsuta – Spinoalium melekessensis Волго-Уральского бассейна, зона конодонтов Palmatolepis trachytera (Фортунатова и др., 2019).

Радиолярии фамена Припятского прогибы и шельфовых окраин Древнерусского континента насчитывают в настоящее время 95 видов из 38 родов. Среди них 29 видов из 13 родов относятся сферическим решетчато-губчатым таксонам из класса Spumellaria (табл. 1) и 39 видов из 11 родов принадлежит сферическим пористым представителям класса Sphaerellaria (табл. 2). Представители 16 видов из 7 родов относятся к иглистым радиоляриям из класса Aculearia, радиолярии с пиломом объединяют 9 видов из 6 родов, а к ставраксонным радиоляриям относится только 2 вида из 2 родов (табл. 3) (Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012).

Впервые особенности миграции и оседлости радиолярий рассматривались нами при описании коренных видов и экспансии видов-мигрантов девона (Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012) и перми (Афанасьева, Амон, 2017а,б). Статистический анализ радиолярий позднего палеозоя из классов Sphaerellaria, Spumellaria и Aculearia показал, что в рассматриваемом регионе:

- виды-аборигены насчитывают более двух коренных видов в родах;

– виды-мигранты свидетельствует о мобильности таксонов, прибывших в исследуемый регион в составе 1–2 видов;

- виды-мигранты могут быть региональными и межокеаническими.

С целью раскрытия закономерностей пространственного распространения ископаемых радиолярий проанализированы виды мигранты и аборигены фаменского века Русской плат-формы и ее обрамления.

Сравнение видового и родового состава ассоциаций экозон радиолярий фамена показало достаточно высокую частоту встречаемости видов-мигрантов на уровне 50,0% – 76,9% видов и закономерность миграции этих таксонов (Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012).

Во-первых, во всех ассоциациях экозон радиолярий отмечено высокое содержание решетчатых и губчатых таксонов из класса Spumellaria (28,3–35,7%), в некоторых случаях преобладающих (66,7–83,3%) над пористыми формами из класса Sphaerellaria (0–33,3%):

- Полярный Урал, р. Пальник-Ю 28,3%;
- Прикаспийский бассейн, палеориф Карачаганак 30,8%;
- Припятский прогиб 34,9%;
- Тимано-Печорский бассейн, Сарембой-Леккеягинский вал 35,7%;
- Волго-Уральский бассейн, Мелекесская впадина 66,7%;
- Средний Урал, р. Вильва 83,3%.

Во-вторых, прослеживается четкий тренд увеличения таксономического разнообразия Spumellaria на древний юг и юго-восток:

- от 28,3% видов на Полярном Урале;
- до 30,8% в Прикаспийском бассейне, палеориф Карачаганак;
- до 34,9% видов в Припятском прогибе и 35,7% видов в Тимано-Печорском бассейне;
- до 66,7% видов в Волго-Уральском бассейне и 83,3% видов на Среднем Урале.

В-третьих, больше половины решетчатых и губчатых видов Spumellaria (16 видов, 55,2%) отличается стремлением к миграции – средний индекс миграции 1,6. Высокий индекс оседлости характерен только для двух родов: *Haplentactinia* – 3 и *Natgorella* – 2.

В-четвертых, сферические пористые Sphaerellaria отличаются преимущественной оседлостью существования видов-эндемиков (21 вид, 56,9%) со средним индексом оседлости 3,5, из них три рода отличаются очень высоким индексом оседлости: *Bientactinosphaera* – 8, *Entactinia* – 7 и *Radiobisphaera* – 3. Индекс миграции 1,0 типичен только для 4 видов из 4 родов: *Borisella*, *Diversiacus*, *Helioentactinia* и *Ornatoentactinia*.

И наконец, отмечен тренд уменьшения таксономического разнообразия иглистых Aculearia: от 11 видов в Припятском прогибе и 8 видов на Полярном Урале, до 2 видов в Тимано-Печорском и Прикаспийском бассейнах и только одного вида на Среднем Урале. При этом виды-мигранты представлены 7 видами из 5 родов со средним индексом миграции 1,4.

Связующими элементами между экозонами фамена являются виды-мигранты *Tetrentactinia barysphaera* и *Polyentactinia rudihispida* (табл. 1). При этом вид-мигрант *P. rudihispida* встречен во всех анализируемых местонахождениях радиолярий фамена. Но этот вид впервые появился в Тимано-Печорском бассейне во франском веке (Афанасьева, 2000). Вид-мигрант Tetrentactinia barysphaera характерен только для отложений фамена, и кроме Припятского прогиба, Восточных окраин Русской платформы и Урала (табл. 1, I–III, V), он известен еще в Северной Америке, о. Эри (Foreman, 1963). Ассоциация радиолярий экозоны Natgorella hirsuta – Spinoalium melekessensis морфологически удивительно похожа на комплекс экозоны Haplentactinia alekseevi – Haplentactinia vilvaensis. Причем сходство проявляется не на основании таксономического состава комплексов, он как раз совершенно разный, а на основании общего морфологического облика ассоциаций, представленных преимущественно ажурными решетчатыми морфотипами радиолярий (табл. 1, 2: IV, VI). Биологический взрыв разнообразия ажурных решетчатых радиолярий в водах Волго-Уральского бассейна (66,7%) и Среднего Урала (83,3%) является ярким примером эффекта волнового распространения доминантного морфотипа в условиях теплого климата девона.

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

Таблица 1. Радиолярии мигранты (1) и аборигены (2) из класса Spumellaria

Местонахождение: І – Прикаспийский бассейн, палеориф Карачаганак (Афанасьева, 1987, 2000); ІІ – Полярный Урал, Лемвинская зона, р. Пальник-Ю (Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012); ІІІ – Тимано-Печорский бассейн, Сарембой-Леккеягинский вал, скв. Западно-Леккеягинская-65 (Афанасьева, 2000, 2011; Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012); IV – Западный склон Среднего Урала, р. Вильва (Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012); V – Припятский прогиб (Кручек, Назаров, 1977); VI – Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1 (Фортунатова и др., 2019)

Ярус	Фаменский						
Подьярус/Зоны конодонтов/Горизонт Ни под		Зоны конодонтов triangularis–crepida			Елецкий	Лебедян- ский горизонт Зона trachytera	
Радиолярии Местонахождение	I	II	III	IV	V	VI	
Somphoentactinia somphozona (Foreman, 1963)							
Pluristratoentactinia conspissata Nazarov, 1981							
Tetrentactinia barysphaera Foreman, 1963					1		
Polyentactinia rudihispida Nazarov et Ormiston, 1993							
Adamasirad cathedrarius Afanasieva, 2000							
Retientactinosphaera clavata Afanasieva, 2011							
Spongentactinia marina Afanasieva et Amon, 2011							
Spongentactinia polaris Afanasieva et Amon, 2011							
Spongentactinia diplostraca (Foreman, 1963)							
Haplentactinia kuzminae Afanasieva et Amon, 2011							
Haplentactinia rhinophyusa Foreman, 1963							
Somphoentactinia multisphaerata Afanasieva et Amon, 2011							
Spongentactinella exilispina (Foreman, 1963)							
Tetragregnon quadrispinosa (Foreman, 1963)							
Polyentactinia suave (Nazarov, 1977)							
Retientactinosphaera magnifica Afanasieva, 2011							
Pluristratoentactinia trisphaerata Afanasieva et Amon, 2011							
Tetragregnon sycamorensis Ormiston et Lane, 1976							
Russirad kazintsovae Afanasieva, 2000							
Haplentactinia alekseevi Afanasieva, 2000							
Haplentactinia vilvaensis Afanasieva et Amon, 2011							
Haplentactinia flagellifera Nazarov et Ormiston, 1993							
Retientactinosphaera unimana (Nazarov, 1977)							
Secuicollacta amoenitas Nazarov et Ormiston, 1993							
Spongentactinella faceta Nazarov et Ormiston, 1993							
Spongentactinia spongites (Foreman, 1963)							
Tetrentactinia gracilispinosa Foreman, 1963							
Natgorella elegans Afanasieva, sp. nov.							
Natgorella hirsuta Afanasieva, sp. nov.				T			
			194	N	10		

1 2

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

Таблица 2. Радиолярии мигранты (1) и аборигены (2) из класса Sphaerellaria. Местонахождение I–VI как на табл. 1

Ярус			Фаме	нский		
Подъярус/Зоны конодонтов/Горизонт		Зон trian	ы конодон gularis–cre	тов pida	Елецкий	Лебедян- ский горизонт Зона trachytera
Радиолярии Местонахождение	I	II	III	IV	V	VI
Radiobisphaera domanicensis (Bykova, 1955)						
Astroentactinia sp.						
Borisella praenuntia Nazarov et Ormiston, 1993						
Entactinia bella Afanasieva et Amon, 2011						
Entactinia bogdanovi Afanasieva, 2000						
Entactinia crustescens Foreman, 1963						
Entactinia parva Won, 1983						
Ornatoentactinia solita Afanasieva, 2000						
Radiobisphaera rozanovi Afanasieva et Amon, 2009						
Astroentactinia biaciculata Nazarov, 1975						
Helioentactinia valavica Nazarov et Ormiston, 1993						
Astroentactinia crassata Nazarov, 1975						
Astroentactinia stellata Nazarov, 1975						
Bientactinosphaera variacanthina (Foreman, 1963)						
Entactinia herculea Foreman, 1963						
Diversiacus zuraevi (Afanasieva et Amon, 2011)						
Bientactinosphaera sp.						
Entactinia micula Foreman, 1963						
Entactinia sp						
Bientactinosphaera guangxiensis (Li et Wang 1991)						
Bientactinosphaera obtusa (Hinde 1899)						
Entactinia oumonhaoensis Wang 1997						
Entactinia patorovaria Afanasieva 2000						
Radiohishhaera assidera (Nazarov, 1975)						
Radiobisphaera menneri Afanasieva 2000						
Radiobisphaera nalimbola (Foreman, 1963)						
Radiobisphaera palinoola (Foreman, 1903)						
Bientactinosphaera pinica A fanasieva, 2000						
Dupleyia spinocurva A fanosieva, 2000				-		
Duplexia spinoculva Alaliasieva, 2000						
Bientactinosphaera symphymera (Earaman 1062)						
Bientactinosphaera echinota? (Hinde, 1800)						
Dientactinosphaera euthlasta (Frinde, 1899)						
Dientactinosphaera pulabarima (Mazaray et Ormistan, 1002)						
Entactinio comptos Ecromon 1062						
Entactinia confetes Forenani, 1905						
Entacimia monanoca Foreman, 1903						
Entactina paula Foreinan, 1903						
Entactinosphaeta fieden Foteman, 1905						
Spinoanum merekessensis Atanasieva, sp. nov.						

1 2

Таблица 3. Радиолярии мигранты (1)	и аборигены (2, 3) из классов	Aculearia, Nassellaria и	Stauraxonaria.
Местонахождение I-V как на табл. 1			

Ярус	Фаменский					
Подъярус/Зона конодонтов/Горизонт	Нижний подъярус	3 tria	Задонско- елецкий горизонт			
Радиолярии Местонахождение	I	II	III	IV	V	
Holoeciscus auceps Foreman, 1963						
Palacantholithus sp.						
Holoeciscus foremanae Cheng, 1986						
Holoeciscus quasiauceps Wang, 1997						
Ceratoikiscum bujugum Foreman, 1963						
Palaeothalomnus arrhinia (Foreman, 1963)						
Ceratoikiscum famennium Nazarov et Ormiston, 1993						
Ceratoikiscum perittacanthinum Foreman, 1963						
Palaeoscenidium cladophorum Deflandre, 1953						
Ceratoikiscum spinosiarcuatum Foreman, 1963						
Archinella antiquus (Deflandre, 1973)						
Ceratoikiscum incomptum Nazarov, 1975						
Ceratoikiscum planistellare Foreman, 1963						
Palaeoscenidium bicorne Deflandre, 1960						
Palaeothalomnus piletocladus Nazarov et Ormiston, 1993						
Palhindeolithus aff. diductus (Deflandre 1973)						
Caspiaza collaricostulata Afanasieva, 1993						
Archocyrtium amoenus Afanasieva et Amon, 2011						
Archocyrtium cibdelosphaera (Foreman, 1963)						
Archocyrtium riedeli Deflandre, 1960						
Caspiaza spinifera Afanasieva, 1993						
Cyrtisphaeractenium mendax Deflandre, 1972						
Cyrtisphaeronemium spinosum (Cheng, 1986)						
Pylentonema antiqua Deflandre, 1963						
Robotium validum Cheng, 1986						
Primaritripus patella (Hinde, 1899)						
Theodiscus hastatus Hinde, 1899						

1 2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Афанасьева М.С. Позднепалеозойские радиолярии месторождения Карачаганак и их фациальная приуроченность // В сб.: Стратиграфия и палеонтология Прикаспийской впадины / ред. В.Д. Ильин, Т.К. Замилацкая. М.: ВНИГНИ, 1987. С. 26–47.

Афанасьева М.С. Атлас радиолярий палеозоя Русской платформы. М.: Научный мир, 2000. 480 с.

Афанасьева М.С. Систематическое положение рода *Entactinosphaera* Foreman, 1963 и новый род *Retientactinosphaera* gen. nov. (радиолярии палеозоя) // Палеонтол. журн. 2011. № 2. С. 3–13.

Афанасьева М.С., Амон Э.О. Биостратиграфия и палеобиогеография радиолярий девона России. М.: ПИН РАН, 2012. 280 с.

Афанасьева М.С., Амон Э.О. Раннеассельские (ранняя пермь) радиолярии из разреза Бала-Тау, Южный Урал // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2017а. Т. 92, вып. 2. С. 23–39.

Афанасьева М.С., Амон Э.О. Тренд изменения видового разнообразия пермских радиолярий рода Entactinia Foreman, 1963 // Палеонтол. журн. 2017б. № 2. С. 3–18.

Кручек С.А., Назаров Б.Б. Верхнедевонские радиолярии Русской платформы // Докл. АН СССР. 1977. Т. 237, № 6. С. 1445–1448.

Мизенс Г.А. Колебания уровня мирового океана и осадконакопление в девонских глубоководных бассейнах юга Урала // Литосфера. 2003. № 4. С. 43–64.

Назаров Б.Б. Радиолярии палеозоя. Л.: Недра, 1988. 231 с. (Практическое руководство по микрофауне СССР. Справочник для палеонтологов и геологов. Т. 2).

Фокин П.А., Никишин А.М. Тектоническое развитие Древнерусской платформы в девоне – начале карбона // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 1999. № 6. С. 9–20. Фортунатова Н.К., Зайцева Е.Л., Кононова Л.И. и др. Литолого-фациальная и биостратиграфическая характеристика верхнедевонских отложений опорной скважины Мелекесская-1 (Мелекесская впадина, Волго-Уральский субрегион) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2019 (в печати).

Alekseev A.S., Kononova L.I., Nikishin A.M. The Devonian and Carboniferous of the Moscow Syneclise (Russian Platform): Stratigraphy and sea-level changes // EUROPROBE: Intraplate Tectonics and Basin Dynamics of the Eastern European Platform // Tectonophysics. 1996. V. 268. P. 149–168.

Afanasieva M.S., Amon E.O. Devonian radiolarians of Russia // Paleontol. J. 2011. V. 45, N 11. P. 1313–1532.

Foreman H.P. Upper Devonian Radiolaria from the Huron Member of the Ohio Shale // Micropaleontology. 1963. V. 9, N 3. P. 267–304.

К РЕВИЗИИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ РОДОВ РАДИОЛЯРИЙ PLURISTRATOENTACTINIA, MESCHEDEA И WUYIA

М.С. Афанасьева

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

ABOUT REVISION OF THE GENUS PLURISTRATOENTACTINIA, MESCHEDEA AND WUYIA (PALEOZOIC RADIOLARIA)

M.S. AFANASIEVA

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

The Paleozoic genera *Pluristratoentactinia, Meschedea* and *Wuyia* are revised. It was proposed to treat genera *Meschedea* and *Wuyia* as junior synonyms of the genus *Pluristratoentactinia*; and it was shown that genus *Pluristratoentactinia* unites 20 species of Early Devonian – Late Permian radiolarians.

Key words: Radiolaria, revision, Lower Permian, Southern Urals, Northern Mugodzhary.

История изучения радиолярий палеозоя, скелеты которых отличались несколькими вложенными друг в друга сферами, началась в конце XIX в., когда Д. Рюст (Rüst, 1892) впервые описал по шлифам скелеты три вида радиолярий с четырьмя сферами из нижнекаменноугольных, визейских отложений гор Гарц в Германии и два вида также с четырьмя сферами из разрезов нижнего карбона и нижнего девона Южного Урала. К сожалению, в объяснениях к палеонтологическим таблицам полностью отсутствуют привязки видов к конкретным разрезам. Кроме того, при определении радиолярий Рюст отнес новые виды к роду *Cromyosphaera* Haeckel, описанному Геккелем из донных отложений Тихого океана.

В 1953 г. Ж. Дефляндр (Deflandre, 1953) привел изображение скелета *Cromyosphaera* sp. с несколькими сферами (шлиф) из визейских отложений гор Монтань-Нуар, Франция.

Только в 1976 г. А. Ормистон и Х. Лейн (Ormiston, Lane, 1976) опубликовали первые электронно-микроскопические фотографии дезинтегрированных скелетов радиолярии из нижнего карбона горы Арбакл, Оклахома, США с несколькими сферами, которые условно были отнесены к роду *Cromyostylus* Haeckel: *Cr.? variabilis* Ormiston et Lane (рис. 1, у, ф). Для этого вида характерно наличие двух полярных основных игл, которые отсутствуют у видов *Cromyosphaera* (Rüst, 1892; Deflandre, 1953).

Род *Pluristratoentactinia* был впервые описан Б.Б. Назаровым (Назаров и др., 1981) на основе изучения позднедевонских (фаменских) радиолярий Северо-Востока России на р. Колыма (рис. 1, б). В диагнозе рода указано (Назаров и др., 1981, с. 86): «Епtactiniidae, обладающие пористой внутренней и губчатой внешней оболочками, между которыми располагается от двух до четырех сближенных промежуточных сфер. Эти сферы, вероятно, являются дифференцированным губчатым слоем. Внутренняя шестилучевая спикула соединяется с проходящими через все сферы радиальными перекладинами, которые непосредственно переходят в основные иглы». В составе рода Б.Б. Назаровым (Назаров и др., 1981, с. 87, табл. II, фиг. 4–7) был описан только типовой вид *Pluristratoentactinia conspissata* (рис. 1, б) и сделано указание на обнаружение двух новых видов в фаменских отложениях Припятского прогиба Белоруссии, но они, к сожалению, так и не были описаны.

К сожалению, при опубликовании новых рода и вида вкралась досадная типографская ошибка, перепутавшая размещение фототаблиц I (фиг. 1–10) и II (фиг. 1–9), что вызвало путаницу в идентификации изображений. Видимо поэтому в коллективной монографии П. Де Вевера с коллегами (De Wever et al., 2001) род *Pluristratoentactinia* вообще не упоминается. Более того, в новом Каталоге радиоляриям палеозоя (Catalogue..., 2017, с. 391) при опубликовании изображения типового вида *Pluristratoentactinia* conspissata Nazarov in Nazarov et al. показан вид *Spongentactinia nupera* Nazarov in Nazarov et al. (Назаров и др., 1981, табл. I, фиг. 4) (рис. 1, а). Вместе с тем валидность вида *Pl. conspissata* не вызывает сомнения, и хотя в статье Б.Б. Назарова с коллегами (Назаров и др., 1981, с. 87) не приводится изображение голотипа, однако голотип № 4489/5 и сегодня находится в коллекции радиолярий палеозоя Б.Б. Назарова.

В 1988 г. Б.Б. Назаров несколько изменил диагноз рода *Pluristratoentactinia* (рис. 1, б) (Назаров, 1988, с. 61): «Внутренний каркас представлен шестилучевой спикулой, лучи которой расходятся от короткой (до 5 мкм) срединной перекладины. Внутренняя оболочка пористая диаметром 45–60 мкм, несколько отдаленная от губчатого слоя. Толстый губчатый слой дифференцирован две-три сближенных оболочки. Шесть основных внешних радиальных игл, реже меньше».

Таксономический состав собственно рода *Pluristratoentactinia* представлен в настоящее время пятью видами (рис. 2): *Pl. conspissata* Nazarov in Nazarov et al. (рис. 1, б) из фаменских отложений на р. Колыма (Назаров и др., 1981), Припятского бассейна Белоруссии (Назаров, 1988), *Pl. trisphaerata* Afanasieva et Amon (рис. 1, г) из фаменских отложений Полярного Урала (Afanasieva, Amon, 2011) и из верхнеэйфельских отложений Пражского бассейна Чешской республики (Афанасьева, Амон, 2011, 2012; Afanasieva, Amon, 2011); и три вида¹ радиолярий *Pl. kondurovkae* Afanasieva, *Pl. kozuri* Afanasievau *Pl. lusikae* Afanasieva (рис. 1, в, д, е) из нижнепермских разрезов: Кондуровский на р. Сакмара, Южный Урал и Актасты на р. Актасты, Северные Мугоджары (Афанасьева, 2018, в печати).

Анализ морфологических особенностей скелетов позволяет рассматривать следующие виды в составе рода *Pluristratoentactinia* (рис. 1, п–с, у, ϕ): *Triposphaera tetrasphaera* Kozur et Mostler, *T. woni* Kozur et Mostler, *Helioentactinia uralica* Kozur et Mostler и *Cromyostylus*? *variabilis* Ormiston et Lane.

Почти одновременно с Б.Б. Назаровым М.-З. Вон (Won, 1983, с. 154) установила новый род *Meschedea* Won, 1983 с диагнозом²: «Сферический скелет с тремя решетчатыми оболочками. Интервал между двумя внешними сферами меньше, чем расстояние между средней оболочкой и внутренней сферой. Поверхность скелета имеет многочисленные, маленькие, округлые, тесно расположенные поры. Количество игл на поверхности скелета меняется. Три оболочки соединены многочисленными шипами. По сравнению с другими родами диаметр самой внутренней сферы очень большой по отношению к размеру скелета».

Изначально в составе рода были указаны только два вида (Won, 1983, табл. 4, фиг. 5–7, 9, 10), однако в настоящее время к нему относятся шесть видов (рис. 1, ж–н, т; рис. 2).

В 2007 г. Ц. Фенг (Feng et al. 2007) установил новый род *Wuyia* Feng in Feng, Gu, He et Jin из верхнечансинских отложений провинции Южный Гуанси, Южный Китай (рис. 2) с диагнозом³: «Сферический скелет состоит из трех концентрических оболочек и маленькой микросферы». В состав рода были включены три вида: *Wuyia dongpanica* Feng in Feng, Gu, He et Jin (рис. 1, о), *W. endocarpa* (Nazarov et Ormiston) и W. permica (Sashida et Tonishi). В замечаниях к новому роду Фен отметил⁴, что по своим характеристикам скелет *Wuyia* по-хож на кортикальную оболочку *Meschedea* Won, но самая внутренняя оболочка *Meschedea* значительно больше, чем у нового рода. *Trilonche* Hinde, 1899 отличается от нового рода наличием только одной внутренней оболочки.

Диагнозы родов *Pluristratoentactinia*, *Meschedea* и *Wuyia* практически идентичны, поэтому предложено рассматривать роды *Meschedea* и *Wuyia* в качестве младших синонимов рода *Pluristratoentactinia* (Catalogue..., 2017, с. 443, 446; Афанасьева, 2018, в печати). Таким образом, в настоящее время таксономический состав рода *Pluristratoentactinia* насчитывает 20 видов из нижнего девона – верхней перми (рис. 2).

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



Рис. 1. Spongentactinia nupera (а) и разные виды из рода Pluristratoentactinia (б-ф). (изображения видов и названия родов даны в интерпретации авторов при первичном описании видов): a - Spongentactinia nupera Nazarov in Nazarov et al., штрих 150 мкм, верхний девон, фаменский ярус, Магадан, р. Колыма (Назаров и др., 1981, табл. І, фиг. 4); б – Pluristratoentactinia conspissata Nazarov in Nazarov et al., фрагмент, штрих 57 мкм, верхний девон, фаменский ярус, Магадан, р. Колыма (Назаров и др., 1981, табл. II, фиг. 6); в - Pluristratoentactinia kozuri Afanasieva, фрагмент, штрих 38 мкм, нижняя пермь, сакмарский ярус, Южный Урал, р. Сакмара, с. Кондуровка; г – Pluristratoentactinia trisphaerata Afanasieva et Amon, штрих 57 мкм, верхний девон, фаменский ярус, Полярный Урал, р. Пальник-Ю (Afanasieva, Amon, 2011, табл. 39, фиг. 2); д – *Pluristratoentactinia lusikae* Afanasieva, штрих 85 мкм, нижняя пермь, артинский ярус, Северные Мугоджары, р. Актасты; е – *Pl*uristratoentactinia kondurovkensis Afanasieva, штрих 82 мкм, нижняя пермь, сакмарский ярус, Южный Урал, р. Сакмара, с. Кондуровка; ж – Meschedea akcetensis Noble, Tekin, Gedik et Pehlivan, штрих 132 мкм, нижний карбон, турнейский ярус, Турция, Стамбул (Noble et. al., 2008, рис.9.3); 3–л – нижний карбон, визейский ярус, Германия, Рейнские Сланцевые горы (Won, 1983, табл. 4, фиг. 5, 6, 9, 10): 3, и – *Meschedea pyramispinosa* Won: 3 – штрих 71 мкм, и – штрих 64 мкм; к, л – *Meschedea hirsuta* Won: к – штрих 83 мкм, л – штрих 85 мкм; м – Meschedea permica Sashida et Tonishi, штрих 100 мкм, верхняя пермь, чансинский ярус, Япония, о. Хонсю, р. Акигава (Sashida, Tonishi, 1985, табл. 5, фиг. 2); н – Meschedea crassicortex Won, штрих 38 мкм, верхний девон, франский ярус, Западная Австралия, бассейн Кэннинг (Won, 1997, табл. 5, фиг. 19); о – Wuyia dongpanica Feng in Feng, Gu, He et Jin, штрих 71 мкм, верхняя пермь, верхнечансинский подъярус, Южный Китай, провинция Южный Гуанси (Feng et al. 2007, табл. 4, фиг. 9); п, р – нижняя пермь, сакмарский ярус, Южный Урал, р. Сакмара, с. Кондуровка (Kozur, Mostler, 1989, табл. 3, фиг. 1, табл. 4, фиг. 3): п – *Triposphaera tetrasphaera* Kozur et Mostler, штрих 60 мкм, p – Triposphaera woni Kozur et Mostler, штрих 75 мкм; c – Helioentactinia uralica Kozur et Mostler, штрих 57 мкм, нижняя пермь, кунгурский ярус, Южный Урал, р. Ай, с. Алегозово (Kozur, Mostler, 1989, табл. 3, фиг. 1, табл. 4, фиг. 3); т – *Meschedea? endocarpa* Nazarov et Ormiston, штрих 38 мкм, средняя пермь, вордский ярус, США, Западный Техас, Гвадалупские горы (Nazarov, Ormiston, 1993, табл. 6, фиг. 8); у, ф – Cromyostylus? variabilis Ormiston et Lane, нижний карбон, визейский ярус, США, Оклахома, горы Арбакл (Ormiston, Lane, 1976, табл. 4, фиг. 7, 11): у – штрих 65 мкм, ф – штрих 82 мкм

ТРУДЫ XVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24–29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

Система	Система Девонска:		нская	t.	Каменно- угольная			Пермская					
Отдел	TTorres	Cp.	Bep	кний	Ниж	сний	Bep.		Ниж	сний		Cp.	Bep.
Ярус	ниж.	ef3	fr	fm_1	t	v	gz	as	sk	ar	kn	road	chan
Радиолярии Местонахождение	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cromyosphaera distans Rüst, 1892									Ĵ.				
Pluristratoentactinia conspissata Nazarov, 1981				j l					()				
Pluristratoentactinia trisphaerata Afanasieva et Amon, 2011													
Meschedea crassicortex Won, 1987													
Meschedea akcetensis Noble, Tekin, Gedik et Pehlivan, 2008													
Meschedea pyramispinosa Won, 1983													
Cromyosphaera petschorae Rüst, 1892									<u></u>				
Cromyosphaera eminens Rüst, 1892													
Cromyosphaera frequens Rüst, 1892													
Meschedea hirsuta Won, 1983													
Cromyostylus? variabilis Ormiston et Lane, 1976													
Pluristratoentactinia lusikae Afanasieva, sp. nov.													
Pluristratoentactinia kondurovkensis Afanasieva, sp. nov.			1										
Helioentactinia uralica Kozur et Mostler, 1989													
Pluristratoentactinia kozuri Afanasieva, sp. nov.													
Triposphaera tetrasphaera Kozur et Mostler, 1989													
Triposphaera woni Kozur et Mostler, 1989													
Meschedea? endocarpa Nazarov et Ormiston, 1993			<u>(</u>										
Meschedea permica Sashida et Tonishi, 1985			<u>(</u>)										
Wuyia dongpanica Feng in Feng, Gu, He, Jin, 2007													

Рис. 2. Распространение рода *Pluristratoentactinia* (названия родов приведены в первичной интерпретации авторов): 1 – Южный Урал (Rüst, 1892); 2 – Чешская республика, Пражский бассейн (Афанасьева, Амон, 2011, 2012; Afanasieva, Amon, 2011); 3 – Западная Австралия, бассейн Кэннинг (Won, 1997); 4 – Магадан, р. Колыма (Назаров и др., 1981), Полярный Урал (Afanasieva, Amon, 2011); Белоруссия, Припятский прогиб (Назаров, 1988); 5 – Турция, Стамбул (Noble et. al., 2008); 6 – Германия: горы Гарц (Rüst, 1892), Рейнские Сланцевые горы (Won, 1983); США, Оклахома, горы Арбакл (Ormiston, Lane, 1976); 7 – Южный Урал, р. Урал, с. Никольское (Назаров, 1988); 8, 9 – Южный Урал, р. Сакмара, с. Кондуровка (Nazarov, Ormiston, 1985, 1990; Коzur, Mostler, 1989; Афанасьева и др., 2014); 10 – Южный Урал, р. Малая Сюрень, г. Сарабиль (Назаров, 1988); Северные Мугоджары, р. Актасты (Назаров, 1988; Афанасьева и др., 2015), Северный Прикаспий, риф Карачаганак (Афанасьева, 2000); 11 – Южный Урал, р. Ай, с. Алегозово (Коzur, Mostler, 1989); 12 – США, Западный Техас, Гуадалупские горы (Nazarov, Ormiston, 1993); Япония, о. Хонсю, р. Акигава (Sashida, Tonishi, 1985); 13 – Южный Китай, провинция Южный Гуанси (Feng et al. 2007). Обозначения ярусов: еf3 – эйфельский (верхний подъярус), fr – франский, fm1 – фаменский (нижний подъярус), t – турнейский, v – визейский, gz – гжельский, as – ассельский, sk – сакмарский, ar – артинский, road – роудский, chan – чансинский

(Footnotes)

¹ Специальная статья посвящена палеонтологическому описанию трех новых видов радиолярий ранней перми Южного Урала и Северных Мугоджар (Афанасьева, 2018, в печати).

²"Das sphäroidale Skelett besteht aus 3 Schalen, die von einem Gitterwerk gebildet werden. Der Abstand zwischen den beiden äußeren Schalen ist geringer als der zwischen der mittleren Schale und der innersten Schale. Die Oberfläche des Skeletts weist zahlreiche, kleine, runde, dichtstehende Poren auf. Die 3 Schalen sind durch innere Stacheln und zahlreiche Dornen miteinander verbunden. Die Stachelzahl auf der Oberfläche variiert. Im Vergleich zu anderen Gattungen ist der Durchmesser der innersten Schale im Verhältnis zur Skelettgröße recht groß" (Won 1983, s. 154).

³ "Spherical test composed of three concentric shells and a small microsphere" (Feng et al., 2007. P. 31).

⁴ 'This new genus is similar in its characteristics of the cortical shell to *Meschedea* Won, 1983, but the innermost shell of *Meschedea* is quite large. *Trilonche* Hinde differs from this new genus in having only one inner shell'' (Feng et al., 2007. P. 31)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Афанасьева М.С. Ревизия рода Pluristratoentactinia Nazarov in Nazarov et al., 1981 (радиолярии палеозоя) // Paleontol. J. 2018. № 12. (В печати)

Афанасьева М.С., Амон Э.О. Новый позднеэйфельский (девон) биостратиграфический комплекс радиолярий Пражского бассейна Чешской Республики // Литосфера. 2011. № 1. С. 150–155.

Афанасьева М.С., Амон Э.О. Биостратиграфия и палеобиогеография радиолярий девона России. М.: ПИН РАН, 2012. 280 с.

Афанасьева М.С., Амон Э.О., Черных В.В. Радиолярии пограничных отложений ассельского и сакмарского ярусов (нижняя пермь) разреза Кондуровский (западный склон Южного Урала // Бюл. МОИП.. Отд. геол. 2014. Т. 89, вып. 4. С. 64–82.

Афанасьева М.С., Амон Э.О., Черных В.В. Артинские (нижняя пермь) радиолярии из опорного разреза Актасты, Северные Мугоджары // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2015. Т. 90, вып. 5. С. 9–27.

Назаров Б.Б. Радиолярии палеозоя. Л.: Недра, 1988. 231 с. (Практическое руководство по микрофауне СССР. Справочник для палеонтологов и геологов. Т. 2).

Назаров Б.Б., Ткаченко В.И., Шульгина В.С. Радиолярии и возраст кремнисто-терригенных толщ Приколымского поднятия // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1981. № 10. С. 79–89.

Afanasieva M.S., Amon E.O. Devonian radiolarians of Russia // Paleontol. J. 2011. V. 45, N 11. P. 1313–1532. Catalogue of Paleozoic radiolarian genera (Edited by Danelian T., Caridroit M., Noble P., Aitchison J.C.) // Geo-

diversitas. 2017. V. 39, N 3. P. 345-637.

Deflandre G. Radiolaires Fossiles // Traite de Zoologie (ed. P. Grasse). Paris: Masson et Gie, 1953. V. 1, Pt. 2. P. 389–436.

De Wever P., Dumitrica P., Caulet J.P., Nigrini C., Caridroit M. Radiolarians in the sedimentary record. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 2001. 533 p.

Feng Q., Gu S., He W., Jin Y. Latest Permian Entactinaria (Radiolaria) from southern Guangxi, China // J. Micropalaeontol. 2007. V. 26, N 1. P. 19–37.

Haeckel E. Prodromus Systematis Radiolarium. Entwurf eines Radiolariaen–System auf Grund von Studien der Challengen–Radiolarien // Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1881. Bd 15 (N. Ser. Bd 8). H. 3. S. 418–472.

Kozur H., Mostler H. Radiolarien und Schwammskleren aus dem Unterperm des Vorurals // Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck. 1989. Sonderband 2. S. 147–275.

Nazarov B.B., Ormiston A.R. New biostratigraphically important Paleozoic Radiolaria of Eurasia and North America // Micropaleontology. 1993. Spec. Publ. 6: Radiolaria of Giant and Subgiant Fields in Asia. P. 22–60.

Noble P., Tekin K., Gedik I., Pehlivan S. Middle to Upper Tournasian Radiolaria of the Baltalimani Formation, Istanbul, Turkey // J. Paleontol. 2008. V. 82, N 1. P. 37–56.

Ormiston A.R., Lane H.R. A unique radiolarian fauna from the Sycamore Limestone (Mississippian) and its biostatigraphic significance // Palaeontographica. 1976. Abt. A. Bd 154. P. 154–180.

Rüst D. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Trias und der palaeozoischen Schichten // Palaeontographica. 1892. Bd. 38. S. 107–200.

Sashida K., Tonishi K. Permian radiolarians from the Kanto Mountains, Central Japan. Upper Permian Spumellaria from Itsukaichi, western part of Tokyo Prefecture // Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba. 1985. Sec. B. V. 6. P. 1–19.

Won M.-Z. Radiolarien aus dem Unter-Karbon des Rheinischen Schiefergebirges (Deutschland) // Palaeontographica. 1983. Abt. A. Bd 182. № 4–6. P. 116–175.

Won M.-Z. Review of family Entactiniidae (Radiolaria), taxonomy and morphology of Entactiniidae in the late Devonian (Frasnian) Gogo formation, Australia // Micropaleontology. 1997. V. 43, N 4. P. 333–369.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЯВЛЕНИИ ГИГАНТИЗМА У РАДИОЛЯРИЙ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЗОЯ

М.С. Афанасьева

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

THE MAIN TRENDS OF THE PHENOMENON OF GIGANTISM IN THE LATE PALEOZOIC RADIOLARIANS

M.S. AFANASIEVA

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The phenomenon of gigantism and minimalism of skeletons of the Late Paleozoic radiolarians is very unusual. But this is not ugliness, but inherited features of morphology. Analysis of 618 radiolarian skeletons showed: the inverse pattern of the role of giant and small individuals in the Devonian and in the Carboniferous and Permian; the general trend of the increasing of the hypothetical cell increases in eleven times from Devonian to Carboniferous and Permian. This, apparently, reflects the extinction of the evolutionary branches before mass extinction at the end of the Paleozoic. *Key words*: Radiolaria, gigantism, minimalism, skeleton, Late Paleozoic.

Одной из удивительных черт эволюции фактически всех организмов является тенденция к прогрессивному увеличению размеров тела вплоть до гигантизма. Однако каждый раз это оказывалось эволюционным тупиком. Гигантизм зафиксирован среди многих животных, например, у млекопитающих, завропод, динозавров, рептилий, аммонитов, нуммулитов и многих других. Любой живой организм или эволюционная группа проходят положенные стадии развития: зарождение, развитие, расцвет и угасание. Часто к закату развития какойлибо эволюционной ветви природа награждает ее гигантскими формами.

Явление гигантизма отвечает правилу Э. Копа (Соре, 1904) и Ч. Депере (Depéret, 1907; Депере, 1915), согласно которому в процессе эволюции во многих филогенетических ветвях происходит увеличение размеров организмов, т. е. развитие идет от мелких предковых форм к более крупным. После достижения критических размеров происходит вымирание группы. Эта закономерность в полной мере проявилась и у радиолярий позднего палеозоя. Причины гигантизма скелетов радиолярий пока еще полностью не ясны. Но это не уродство, а наследуемые особенности морфологии.

Богатство геометрических форм скелетов радиолярий поражает своей изысканностью и разнообразием. Но как бы ни отличалась одна форма скелета радиолярий от другой, в воде парит лишь шаровидный, эллипсовидный или слегка сплющенный комочек цитоплазмы с многочисленными волосовидными аксоподиями. Внутри цитоплазматического тела радиолярий находится минеральный кремневый скелет.

Наружу могут торчать только кончики самых длинных игл, но и они покрыты пленкой (Anderson, 1983; Петрушевская, 1986; Matsuoka, 1992). Скелет у радиолярий – исключительно внутренний.

Радиолярии очень малы. Большинство радиолярий нельзя рассмотреть простым глазом. Размеры их живой клетки составляют, как правило, 200–500 мкм. Изучение современных радиолярий выявило интересную закономерность, при которой, если основной скелет имеет диаметр больше 150–300 мкм, то радиальные скелетные иглы короткие (менее 200–300 мкм), если же величина диаметра скелета измеряется только несколькими десятками микрон, то иглы бывают длиной до 1200–1500 мкм. При этом пространство, занимаемое особью, остается примерно одинаковым (Anderson, 1980, 1981, 1983).

В ископаемом состоянии сохраняются только скелеты радиолярий. В связи с этим при анализе величины скелета древних радиолярий учитывался диаметр условной клетки: Dк=Dc+L₁+L₂, где Dc – диаметр сферы, L₁ и L₂ – длина основных игл (рис. 1).

Сравнительный анализ 618 скелетов радиолярий позднего палеозоя (232 вида из 62 родов) показал (рис. 2, А), что если сравнивать скелеты только по величине диаметра сферы Dc или учитывать только длину двух диаметрально расположенных основных игл L₁ и L₂, то получается разногласие в оценке условного размера скелета: (1) иногда диаметр сфер очень большой (180–360 мкм), а иглы очень маленькие (15–52 мкм) (табл. 1, фиг. 5, 8); в этом случае по формуле $Dk=Dc+L_1+L_2$ они попадают в «средние» формы, хотя по величине диаметра это «гиганты», а по длине основной иглы «очень маленькие»; (2) иногда наоборот (табл. 1, фиг. 6, 7), сферы крохотные (20–88 мкм, т.е. это «очень маленькие» формы), а иглы огромные (>250 мкм, т.е. «гиганты»), однако по формуле $Dk=Dc+L_1+L_2$ просто «большие».

Вместе с тем для позднего палеозоя были характерны формы (рис. 2, А) с условным диаметром 201–500 мкм, которые принадлежат более чем половине исследованных особей – 59,1% (табл. 1, фиг. 1, 3, 5, 10, 11). Радиолярии с большим условным скелетом (501–840 мкм) представлены 23,6% проанализированных экземпляров (табл. 1, фиг. 7, 9). Скелеты-гиганты, достигающие 841–2800 мкм в диаметре условной клетки, составляют 9,1% от общего числа изученных радиолярий (табл. 1, фиг. 6). Противоположным феноменом являются очень маленькие скелеты с размером диаметра условной клетки менее 200 мкм, которые характерны для 8,2% исследованных форм (табл. 1, фиг. 4, 8). Совсем крошечные скелеты, с размером сфера менее 50 мкм и условным диаметром менее 90 мкм типичны для современных радиолярий, но такие формы крайне редко сохраняются в отложениях палеозоя. В нашей коллекции присутствуют только два экземпляра подобных радиолярий (табл. 1, фиг. 2, 12): *Bientactinosphaera* sp. из сакмарских отложений Южного Урала и *Entactinia micula* Foreman, 1963 из среднего франа Тимано-Печорского бассейна.

Таким образом, гигантские (9,2%) и маленькие (8,2%) скелеты радиолярий позднего палеозоя представляют собой два противоположных отклонения от больших (23,6%) и средних (59,0%) значений диаметра условной клетки.

Среди радиолярий позднего палеозоя в настоящее время известны представители 496 видов из 119 родов. С целью выявления закономерностей проявления гигантизма и минимализма были проанализированы морфометрические параметры 618 скелетов радиолярий, относящихся к 232 видам из 62 родов, т.е. около половины известных таксонов радиолярий (46,8% видов и 52,1% родов). Общая тенденция увеличения размеров скелетов реализовалась в разных классах радиолярий: Sphaerellaria – 97 видов (41,8%), Spumellaria – 65 видов (28,0%), Stauraxonaria – 28 видов (12,1%), Aculearia – 42 вида (18,1%).

В девоне на сегодняшний день известны представители 274 видов из 74 родов радиолярий. Проанализированы размеры 394 скелетов, принадлежащих 141 виду (51,5%) из 36 родов (48,7%): Sphaerellaria – 71 вид (50,4%), Spumellaria – 32 вида (22,7%), Stauraxonaria – 4 вида (2,8%), Aculearia – 34 вида (24,1%). Радиолярии карбона и перми в настоящее время объединяют 230 видов из 78 родов. Проанализированы параметры 224 скелетов, относящихся к 91 виду (39,6%) из 34 родов (43,6%) из четырех классов: Sphaerellaria – 26 видов (28,6%), Spumellaria – 33 вида (36,2%), Stauraxonaria – 24 вида (26,4%), Aculearia – 8 видов (8,8%).

В истории позднего палеозоя тенденция к гигантизму была отчетливо выражена во многих филетических линиях четырех классов радиолярий, при этом четко выделяются две группы высоких таксонов, которые характеризуются во времени обратной зависимостью формирования гигантских и больших скелетов: классы Sphaerellaria и Aculearia, классы Spumellaria и Stauraxonaria. На рубеже девона и карбона происходит перераспределение соотношения этих классов радиолярий.

С одной стороны, на протяжении всего позднего палеозоя доминировали гигантские и большие Sphaerellaria, которым тенденция гигантизма была особенно свойственна. В девоне они насчитывали 81,3% от общего числа исследованных представителей данного класса. Однако в карбоне и перми их значение ослабевает до 54,1%. Среди иглистых радиолярий из класса Aculearia также наблюдается обратная зависимость доминирования видов с гигантскими и большими скелетами. Их численное преобладание уменьшается от 4,4% в девоне до 1,8% в карбоне и перми.

С другой стороны, характерной группой являются радиолярии из класса Spumellaria, в разных ветвях которого нередко появлялись крупные формы скелетов. Численное преобладание гигантских и больших скелетов Spumellaria значительно возросло в конце палеозоя от 11,0% в девоне до 21,6% в карбоне и перми.

Однако наиболее показательны ставраксонные радиолярии. Численное преобладание гигантских и больших скелетов Stauraxonaria возросло к концу палеозоя почти в семь раз от 3,3% в девоне до 22,5% в карбоне и перми.



Рис. 1. Модель условной клетки радиолярий: D клетки – диаметр условной клетки (Dк), D сферы – диаметр сферы (Dc), L₁ и L₂ – длина основных игл



Рис. 2. Размеры условной клетки радиолярий: А – позднего палеозоя; Б – девона (- - - -) и карбона–перми (_____), стрелкой указано направление тренда

Решение вопроса о гигантизме и минимализме скелетов радиолярий позднего палеозоя представляет собой как самостоятельный научный интерес, с целью подтверждения правила Копа–Депере (Соре, 1904; Deperet, 1907; Депере, 1915), так и служит ключом к пониманию среды обитания ископаемых радиолярий и реконструкции экологической обстановки древних бассейнов осадконакопления. Гигантизм мог быть связан с обилием питательных веществ и растворенного кремнезема в бассейнах обитания радиолярий: условия прибрежного апвеллинга и повышение вулканической активности.



Таблица 1. Разноразмерные скелеты радиолярий: гигантские (фиг. 6), большие (фиг. 7, 9), средние (фиг. 1, 3, 5, 10, 11) и маленькие (фиг. 2, 4, 8, 12)/ Верхний девон, среднефранский подъярус; Тимано-Печорский бассейн (фиг. 1-4, 9, 10). Нижняя пермь, ассельский ярус (фиг. 7, 8) и сакмарский ярус (фиг. 5, 6, 11, 12); Южный Урал, р. Самара, с. Кондуровка. Фиг. 1. Ceratoikiscum ukhtensis Afanasieva, экз. ПИН № 5311/106-09925 (штрих 82 мкм) с прикрепленным скелетом Entactinia micula Foreman; р. Лыайоль. Фиг. 2. Entactinia micula Foreman, 1963, экз. ПИН № 5311/028-09927 (штрих 16 мкм); р. Лыайоль. Фиг. 3. Moskovistella additiva (Foreman), экз. ПИН № 5311/120-04936 (штрих 37 мкм) с прикрепленным скелетом Nazarovites pinnula Afanasieva, скв. Шуда-Яг-1003 (инт. 68,4-69,3 м). Фиг. 4. Nazarovites pinnula Afanasieva, экз. ПИН № 5311/093-12109 (штрих 20 мкм), скв. Шуда-Яг-1003 (инт. 68,4-69,3 м). Фиг. 5. Copicyntra fragilispinosa Kozur et Mostler, экз. ПИН № 5481/256-16853 (штрих 95). Фиг. 6, 7. *Apophysiacus pycnoclada* (Nazarov et Ormiston): 6 – экз. ПИН № 5481/176-16852 (штрих 95 мкм); 7 – экз. ПИН № 5481/176-16525 (штрих 63 мкм). Фиг. 8. *Pluristratoentactinia* sp., экз. ПИН № 5481/259-16527 (штрих 63 мкм). Фиг. 9. Polyentactinia zhamoidai Afanasieva, экз. ПИН № 5311/011-04420 (штрих 79 мкм) с прикрепленным скелетом *Entactinia bogdanovi* Afanasieva; скв. Шуда-Яг-1003 (инт. 105–106 м). Фиг. 10. Entactinia bogdanovi Afanasieva, экз. ПИН № 5311/115-04418 (штрих 33 мкм); скв. Шуда-Яг-1003 (инт. 105–106 м). Фиг. 11. Copicyntra multispinosa Kozur et Mostler, экз. ПИН № 5481/254-16328 (штрих 71 мкм) с прикрепленным скелетом Bientactinosphaera sp. Фиг. 12. Bientactinosphaera sp., экз. ПИН № 5481/324-16330 (штрих 16 мкм)

Минимализм радиолярий мог отражать неблагоприятные условия окружающей среды. Полярные по размерам морфотипы формировались под влиянием условий среды обитания. Отмечено прогрессирующее совместное доминирование гигантских и больших видов Spumellaria и Stauraxonaria от 14,3% в девоне до 45,1% в карбоне и перми и ослабевание тенденции к гигантизму у Sphaerellaria и Aculearia от 85,7% в девоне до 55,9% в карбоне и перми, что отражало, скорее всего, изменение условий существования радиолярий в древних бассейнах, которые постепенно сужались на фоне формирования и воздымания Пангеи и общего похолодания климата.

Увеличение размеров скелетов можно рассматривать как одну из форм узкой специализации. Однако новые виды чаще возникают от маленьких форм, чем от видов гигантов. Виды мелких организмов быстрее приспосабливаются к изменяющимся условиям среды и обеспечивают большую вероятность появления благоприятных в данных условиях наследственных отклонений – мутаций.

Тенденция увеличения общих размеров скелетов и явление гигантизма у радиолярий позднего палеозоя, вероятно, могли быть признаком вырождения. Общий тренд (рис. 2, Б) приумножения количества скелетов радиолярий с максимальным диаметром условной клетки увеличивается в 11 раз от 2,0% в девоне до 21,5% в карбоне и перми. Это, по-видимому, отражает угасание эволюционных ветвей перед массовым вымиранием в конце палеозоя. На границе девона и карбона перестало существовать 97,8% видов, а на границе перми и триаса отмечено катастрофическое вымирание 99,0% видов радиолярий палеозоя.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ДДепере Ш Превращенія животнаго міра (Превращения животного мира) / Пер. Ю. Жемчужникова; под ред. и с предисловием А. Борисяка. Пг.: Тип. М. Стасюлевича, 1915. 269 с.

Петрушевская М.Г. Радиоляриевый анализ. Л.: Наука, 1986. 200 с.

Anderson O.R. Radiolaria // Biochemistry and Physiology of Protozoa. 1980. V. 10, N 3. P. 1-42.

Anderson O.R. Radiolarian fine structure and silica deposition // Silicon and siliceous structures in biological systems (T.L. Simpson and B.E. Volcani eds.). New York: Springer–Verlag, 1981. P. 347–380.

Anderson O.R. Radiolaria. New York: Springer-Verlag, 1983. 450 p.

Cope E.D. The Primary Factors of Organic Evolution. Chicago, IL: Open Court Pudlication, 1904. 574 p.

Depéret Ch. Les transformations du monde animal. Paris: Flammarion, 1907. 360 p.

Matsuoka A. Skeletal growth of a spongiose radiolarian Dictyocoryne truncatum in laboratory culture // Mar. Micropaleontol. 1992. V. 19. P. 287–298.

МОДЕЛЬ ВСЕСВЕТНОГО ПРОСТРАНСТВЕННО-БАТИМЕТРИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКЕЛЕТОВ РАДИОЛЯРИЙ (POLYCYSTINA) И ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР: СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ

Д. Болтовской¹, Н. Корреа²

¹Факультет точных и естественных наук, Институт экологии, генетики и эволюции Буэнос-Айреса (IEGEBA), Университет Буэнос-Айреса-CONICET, 1428 Буэнос-Айрес, Аргентина, demetrio@ege.fcen.uba.ar ²Служба морской гидрографии (Министерство обороны) и Школа морских наук (Институт военно-морского университета), проспект Монтес-де-Ока 2124, 1271 Буэнос-Айрес, Аргентина, ncorrea59@gmail.com

Планктонные фораминиферы и полицистины (Radiolaria) отражают примерно одинаковые, но не идентичные модели всесветного пространственно-батиметрического распределения скелетных остатков. На расхождение данных влияют как холодные, так и теплые воды, а также широтный профиль приуроченности богатства и видового разнообразия протистов, который у радиолярий достигает пика на экваторе, а у фораминифер в субтропиках. Некоторые отличия, вероятно, обусловлены различиями данных микроорганизмов, но ключевую роль играют консервирующие и методологические артефакты.

WORLDWIDE DISTRIBUTION PATTERNS OF THE PLANKTONIC SHELLED PROTISTS RADIOLARIA (POLYCYSTINA) AND FORAMINIFERA: SIMILARITIES AND CONTRASTS

D. BOLTOVSKOY¹, N. CORREA²

 ¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Ecología, Genética y Evolución de Buenos Aires (IEGEBA), Universidad de Buenos Aires-CONICET, 1428 Buenos Aires, Argentina
²Servicio de Hidrografía Naval (Ministerio de Defensa), and Escuela de Ciencias del Mar (Instituto Universitario Naval), Av. Montes de Oca 2124, 1271 Buenos Aires, Argentina

Planktonic Foraminifera and Polycystina (Radiolaria) depict roughly similar, but not identical, worldwide distribution patterns. Discrepancies affect both cold- and warm-water areas, as well as the latitudinal profile of species richness, which peaks at the equator in Radiolaria, but in the subtropics in Foraminifera. Some differences are probably due to group-specific dissimilarities, but preservational and methodological artifacts play a key role. *Key words*: Radiolaria Polycystina, planktonic Foraminifera, biogeography, latitudinal gradients in species diversity.

We assessed the worldwide distribution patterns of two dominant shelled protist groups with a major paleontological record: Polycystina (Radiolaria) (data from Boltovskoy et al. 2010, see Boltovskoy and Correa, 2016 for details), and planktonic Foraminifera (data from Siccha and Kucera, 2017), using cluster analysis (Morisita's similarity index and UPGMA; Romesburg, 1984). In both cases five major Domains were defined, but their geographic position and relationships with water-mass properties show differences (Fig. 1). Northern and southern Polar regions host similar foraminiferal assemblages, but dominant polycystines are quite different (Fig. 1; Table 1). For the polycystines subpolar waters differ rather clearly from the polar ones, whereas for the foraminifers this distinction is less clear and the subpolar assemblages extend farther equatorward into transitional areas. Transitional assemblages are spatially more circumscribed in the Radiolaria, but rather poorly defined in terms of specific makeups (Table 1). Foraminifera depict a reasonably well defined Equatorial Domain (largely absent in Radiolaria), and a wide Tropical-Subtropical one, quite similar to the one shown by the polycystines. In the latter, higher productivity warm waters are clearly expressed by a relatively small area restricted to the eastern equatorial Pacific, the Eastern Equatorial Pacific Domain (as noticed previously by Beklemishev, 1969; McGowan, 1974; Moore et al., 1981), whereas in the Foraminifera this assemblage extends over a much larger area, and is also present in higher-productivity tropical areas of the Atlantic and Indian oceans.

Some marked differences are also apparent in terms of species richness, especially in the Polar areas, which are comparatively more diverse for the Radiolaria (\sim 30% of the 52 species defined as characteristic of any one Domain), than for the Foraminifera (\sim 7% of the 30 foraminiferal species). In the warm waters, the relative specific richness of the two groups is similar (\sim 59–63%),



Fig. 1. Main biogeographic Domains based on radiolarian and foraminiferal data from the surface sediments

but since most of the rare radiolarians, not included in our analyses, are warmwater species, we anticipate that for total inventories this figure is considerably higher.

A major difference in the latitudinal gradient of species richness is the fact that in Foraminifera highest values are located around 20–30°N and S, dropping at the equator, whereas in Polycystina there is no such drop, and highest numbers of species occur at the equator (Fig. 2) (Boltovskoy, Correa, 2017).

Planktonic Foraminifera and Polycystina differ sharply in terms of species richnesss, with only ~50 morphospecies in Foraminifera, as compared to ~500 in Polycystina. This difference is puzzling, because both groups appeared around the same time (the Cambrian: Afanasieva, Amon, 2006; BouDagher-Fadel, 2012) and share several important traits, including the possession of a shell, wide distribution in space and time, preference for open-ocean waters, and presence of symbiont-bearing forms. The fact that the shell material differs does not seem to justify these differences, because both silica and calcium carbonate are used by poorly diversified plankton groups (silico-flagellates, planktonic foraminifers), as well as by highly diversified ones (diatoms, radiolarians, coccolithophorids). The fact that in polar waters radiolarian species richness is comparatively higher than that of the foraminifers may be explained by the fact that Si concentrations are higher at the poles (particularly in the southern hemisphere), than in the warm waters, but dissimilar species numbers occur at all latitudes, which suggests that some other mechanisms are involved.

Differences in the biogeographic patters and in the latitudinal species richness profiles may partly stem from group-specific traits, but since comparisons are based on sedimentary materials, which are affected by post-mortem artifacts, and the dynamics of preservation of biogenic silica



Fig. 2. Latitudinal distribution of the numbers of species in surface sediments across the World Ocean

Table 1. Main biogeographic Domains, mean annual SST of the corresponding areas, and their characteristic species, based on radiolarian and foraminiferal data from the surface sediments. Mean SST based on Boyer et al. (2013)

Domain	No, of samples included	Mean	Characteristic species	
Northern Polar	237	3.83	Lithocampe platycephala	Polar
Northonn Fold	201	0.00	Amphimelissa setosa	1 Oldi
			Sinhocampe lineata	Trans -
			Artostrobus jorgenseni	Inditio.
			Artobotovs horealis	
			Plectacantha oikiskos	
			l ithomelissa setosa	
			Rhizopleama boreale	
			Saccospyris conithorax	
			Phormacantha hystrix	
			Artostrobus annulatus	Equato
			Pseudocubus obeliscus	Lquato
Southern Polar	69	1.50	Antarctissa denticulata-strelkovi	
Southern Folar	05	1.00	Actinomma antarcticum	Trop -S
			Triceraspyris antarctica	nopo
			Saccospyris antarctica	
Ri-Subpolar	241	10.51	Botryostrobus aquiloparis	
Di-Oubpolai	241	10.51	Stylochlamydium venustum	
			Anomalacantha dentata	
			Conosphaera spp	
Transitional	16	17.76	Stichopilium bicorpe	
Tron - Subtronical	351	24.83	Spongaster tetras	
110pSubtropical	351	24.03	Pterocanium praetextum	
			Aconthodosmia vinculata	Trop S
			Actino desinia vinculata	hopo
			Dictuoconino truncatum	
			Diciyocoryne truncatum Dilolona armata	
			Potrocyrtis scutum	
			Sinhonosphaera martensi	
			Otoophooro polymorpho	
			Clothroconium cooretatum	
			Actinemme ereedenherum	
			Lophospyns pentagona pentagona	
			Decessorium trilabum	
			Pterocanium thiobum	
			Plerocarilum aunium	
			Spongoliva ellipsoides	
			Pterocorys nertwigii	
			Stylosphaera melpomene	
			Centrobotrys thermophila	
			Callimitra carolotae	
C Count Desife	20	00.00	Ivepnrospyris renilia	
E Equat. Pacific	39	26.02	Lamprocyrtis nigriniae	
			Carpocanarium papiliosum	
			Ampnirhopalum ypsilon	
			Anthocyrtidium zanguebaricum	
			Eucyrtidium erythromystax	
			Phormospyris stabilis scaphipes	

Domain	No, of samples included	Mean SST	Characteristic species
Polar	253	3.39	Neogloboquadrina pachyderma
TransSubpolar	1228	16.32	Neogloboquadrina incompta Globoconella inflata Tenuitella iota Globigerina bulloides Globorotalia truncatulinoides Globorotalia hirsuta Globorotalia scitula Turborotalita humilis
Equatorial	141	27.95	Pulleniatina obliquiloculata Globorotalia tumida Sphaeroidinella dehiscens
TropSubtrop. wide distr.	1933	25.93	Berggrenia pumilio Globigerinella adamsi Dentigloborotalia anfracta Candeina nitida Globigerinoides ruber Globigerinoides tenellus Globigerinoides white Trilobatus sacculifer Globoturborotalita rubescens Globigerinoides conglobatus Globigerinella siphonifera
TropSubtrop. high prod.	380	25.7	Neogloboquadrina dutertrei Globorotalia menardii Globoquadrina conglomerata Globorotaloides hexagonus Beella digitata Globorotalia crassaformis

and calcium carbonate are very different in the ocean, the patterns derived are likely biased in different ways. Biogenic silica dissolves mainly in the upper 1000 m of the water column, whereas calcium carbonate does below ~4000 m (Berger, 1976). Thus, deep-living radiolarians have a better chance to reach the ocean floor intact, and their proportions in the thanatocoenoses are conceivably enhanced with respect to the surficial species. These deeper-dwelling forms are usually more cosmopolitan and less tightly coupled with surface water properties, and therefore their sedimentary patterns yield a distorted image of near-surface features, in particular temperature. Foraminiferal preservation in the sediments is associated with the robustness of the test, which, in turn, is correlated with thermal preferences, whereby coldwater species are generally more robust and preserve better than warmwater ones (Vincent, Berger, 1981) (a similar trend was suggested for the polycystines, but it was not confirmed in *ad hoc* studies: Morley et al., 2014). These distortions of the sedimentary record are further affected by isothermal submersion, time-integration, fragmentation by grazers, sediment reworking, winnowing and advection, and reproductive output rates (Boltovskoy, 1994), which are not necessarily alike for the two groups. In this context, isothermal submersion and the integration of all depths in the bottom deposits seems to be especially relevant for the sedimentary shifts towards the equator of the living distribution ranges of coldwater species, and for contributing to the generation of bimodal species richness peaks (Fig. 2; Boltovskoy, Correa, 2017).

REFERENCES

Afanasieva M.S., Amon E.O. Radiolyarii [Radiolarians]. Moscow: Paleontol. Inst. Ross Akad. Nauk, 2006. 320 p. [In Russian].

Beklemishev K.V. Ekologiya i biogeografiya pelagiali [Ecology and biogeography of the open ocean]. Moscow: Nauka, 1969. 291 p. [In Russian].

Berger W.H. Biogenous deep-sea sediments: production, preservation and interpretation // Chemical Oceanography (Riley J.P., Chichester R., eds.). London: Academic Press, 1976. P. 265–388.

Boltovskoy D. The sedimentary record of pelagic biogeography // Progress in Oceanography. 1994. V 34. P. 135–160.

Boltovskoy D., Correa N. Biogeography of Radiolaria Polycystina (Protista) in the World Ocean // Progress in Oceanography. 2016. V. 149. P. 82–105.

Boltovskoy D., Correa N. Planktonic equatorial diversity troughs: fact or artifact? Latitudinal diversity gradients in Radiolaria // Ecology. 2017. V. 98. P. 112–124.

Boltovskoy D., Kling S.A., Takahashi K., Bjørklund K. World atlas of distribution of Recent Polycystina (Radiolaria) // Palaeontologia Electronica. 2010. V. 13. 229 p.

BouDagher-Fadel M.K. Biostratigraphic and geological significance of planktonic Foraminifera. Amsterdam: Elsevier, 2012. 287 p.

McGowan J.A. The nature of oceanic ecosystems // The biology of the oceanic Pacific (Miller C.B., ed.). Corvallis (USA): Oregon State University Press, 1974. P. 9–28.

Moore T.C., Hutson W.H., Kipp N., Hays J.D., Prell W., Thompson P., Boden G. The biological record of the iceage ocean // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1981. V. 35. P. 357–370.

Morley J.J., Shemesh A., Abelmann A. Laboratory analysis of dissolution effects on Southern Ocean polycystine Radiolaria // Mar. Micropaleontol. 2014. V. 110. P. 83–86.

Romesburg H.C. Cluster analysis for researchers. Belmont (USA): Lifetime Learning Publications, 1984. 334 p. Siccha M., Kucera M. ForCenS, a curated database of planktonic foraminifera census counts in marine surface sediment samples // Scientific Data. 2017. V. 4. P. 170109.

Vincent E., Berger W.H. Planktonic Foraminifera and their use in paleoceanography // The oceanic lithosphere. The Sea (Emiliani C., ed). New York: John Wiley, 1981. P. 1025–1119.

РАДИОЛЯРИЕВЫЙ БИОГОРИЗОНТ PARVICINGULA KHABAKOVI – WILLIRIEDELLUM SALYMICUM БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (БЕРРИАС)

В.С. Вишневская^{1,2}, Ю.А. Гатовский³, В.А. Козлова³

¹Геологический институт РАН, Москва, valentina.vishnaa@mail.ru ²Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва ³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

RADIOLARIAN BIOHORIZON PARVICINGULA KHABAKOVI – WILLIRIEDELLUM SALYMICUM OF THE WEST SIBERIA BAZHENOV SIUTA (BERRIASIAN)

V.S. VISHNEVSKAYA¹, Y.A. GATOVSKIY², V.A. KOZLOVA²

¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ²Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ³Lomonosov Moscow State University, Moscow

For the first time, three-dimensional images in SEM and X-ray microtomographic images of radiolarians are given in the index of the species *Williriedellum salymicum* Kozlova, 1983 from the Berriasian–Valanginian biohorizon Parvicingula khabakovi – Williriedellum salymicum of the Bazhenov Formation on the example of Aprelevka 11 and Gubkinskaya 651 wells. Using the method of tomography and scanning electron microscopy, in addition to optical microscopy, we were able to confirm the validity of the species *Williriedellum salymicum* Kozlova, 1983 and suggest the biohorizon be included in the regional stratigraphic subdivisions of the Lower Cretaceous of Western Siberia. *Key words*: radiolarians, Lower Cretaceous, Western Siberia, SEM and X-ray microtomographics.

Радиолярии в баженовской свите впервые были установлены в Шаимском районе Западной Сибири – устье р. Мулымья Ханты-Мансийского автономного округа Российской Федерации (Ясович, Поплавская, 1979). Изучение радиолярий проводилось в петрографических шлифах (более 500), что позволило Г.Э. Козловой (1983) установить в пределах всего ареала битуминозной толщи баженовской свиты Западной Сибири три горизонта с радиоляриями, верхний из которых слои с Williriedellum salymicum. Эти слои были установлены в 7 скважинах: Верхнесалымская 17, инт. 2884–2897 м; Ем-Еговская 16, инт. 2337,5–2344,5 м; Мултановская 7, инт. 2842–2849 м; Покамасовская 9, инт. 2685–2690 м; Покачевская 67, инт. 2802–2809,5 м; Путлунская 20, инт. 2847–2855 м.; Салымская 49, инт. 2811–2821 м.

В комплексе Williriedellum salymicum Г.Э. Козловой (1983) определены зональный вид *Williriedellum salymicum* Kozlova, а также *Theocapsa* cf. *multipora* (Khudjaev), *Parvicingula* cf. *crassitestata* (Rüst), *P.* cf. *gracilis* (Chabakov), *P.* cf. *rostrata* (Chabakov), *P.* cf. *seria* (Rüst). При этом все установленные виды признаны невалидными (O'Dogherty et al., 2009).

Мощность слоев с Williriedellum salymicum оценивалась в 7–8 м. Берриасский возраст слоев подтверждался находками аммонитов из семейства Craspeditidae в скважине Верхнесалымской 17-Р (Козлова, 1983) и *Hectoroceras kochi* Spath (Брадучан и др., 1984). В региональные стратиграфические подразделения верхней юры – нижнего мела Западной Сибири берриасские слои с Williriedellum salymicum не вошли, а вошли верхневолжско-берриасские слои с Quasicrolanium planocephala (Решения..., 2004).

Использование метода томографии (Vishnevskaya, 2017) и сканирующей электронной микроскопии, в дополнение к оптической микроскопии, позволило нам, впервые за 30-летнюю историю изучения радиолярий из баженовской свиты, увидеть объемное изображение вида *W. salymicum* (табл. 1) и подтвердить его валидность. Этот вид является индекс видом берриас-валанжинского биогоризонта Parvicingula khabakov i– Williriedellum salymicum (Вишневская, 2013; Панченко и др., 2013; 2015; Vishnevskaya, 2017), который широко распространен в баженовской свите Западной Сибири в скважинах Малобалыкская 93, инт. 2876–2868 м; Правдинская 4004, инт. 2813–2808 м; Южно-Приобская 218, инт. 2423–2432 м; Дружная 322, инт. 2847–2854 м; Повховская 70, инт. 2981–2987 м; Новоортьягунская 187, инт. 2888–2894 м; Южно-Ягунская 306, инт. 2791–2800 м; Апрельская 11, инт. 2754–2769 м; Имилорская 412, инт. 3012–3020 м; Губкинская 651, инт. 2888–2906 м и др., а в берриасе разрезов Нордвик (Брагин, 2011, Вишневская, 2001) и дельты реки Лены (Вишневская и др., 2014) вид *W. salymicum* не встречен.

Радиоляриевая ассоциация биогоризонта Parvicingula khabakovi–Williriedellum salymicum представлена: (1) преимущественно скрытоцефалическими насселляриями *W. salymicum, Zhamoidellum boehmi* Kiessling, *Zhamoidellum* sp., среди которых доминирует род *Williriedellum*, представленный десятками экземпляров, (2) в меньшей степени высококоническими *Parvicingula khabakovi* (Zhamoida), *P. rotunda* Hull, *P. whalenae* Hull, (3) а также высокоспециализированными *Quasicrolanium planocephala* (Kozlova) (Vishnevskaya, Kozlova, 2012), (4) кроме того отмечено появление еще одного высокоспециализированного таксона высокого ранга с 7 внешними иглами – это семейства Echinocampidae. По-видимому, этот комплекс был описан Э.О. Амоном (2011) по петрографическим шлифам с Северо-Канитлорской площади по скважине 311-P (инт. 2910–2919 м) как комплекс RB-3 с Parvicingula cf. rostrata – P. cf. seria, поскольку в комплексе отмечен *W. cf. salymicum* и несколько видов семейства Echinocampidae, определенных в открытой номенклатуре. Сходная ассоциация известна в Антарктиде и Новой Зеландии (Aita et al., 1992; Kiessling, 1999).

Вид-индекс берриасского комплекса *W. salymicum* (Козлова 1983, с. 54–55, табл. 3, фиг. 1, голотип ВНИГРИ № 525/91, Западная Сибирь, скв. Верхнесалымская 17-Р, инт. 2884–2891 м; баженовская свита, верхняя часть) назван по Салымской скважине. Он представляет собой небольшой скелет, цефалоторакс которого куполовидный, своей нижней частью погружен в полость абдомена; абдомен в виде слегка уплощенного в фронтальной плоскости шара, с простой круглой апертурой, диаметркоторой в 3–4 раза меньше максимальной ширины скелета. Стенка на цефалисе без пор, торакс и абдомен имеют маленькие округлые, иногда воронковидные фестончатые поры одинаковой величины, расположенные в правильном шахматном порядке; расстояние между порами равно их диаметру, число пор не превышает 11–13 в вертикальном ряду абдомена.

П. Думитрика выделяя род *Williriedellum* с типовым видом *W. crystallinum* Dumitrica, 1970 (Dumitrica, 1970, табл. Х, фиг. 60а–с, 62, 63), предлагал к нему относить трехсегментные насселлярии с простым непористым цефалисом, с куполовидным тораксом, частично погруженным в крупный, слегка утолщенный, превалирующий над всеми остальными сегментами абдомен; который имеет сложную сутуральную пору и небольшую сжатую апертуру. Вид *W. salymicum* отвечает диагнозу рода *Williriedellum* Dumitrica, 1970, распространение которого байос–берриас.

Группа европейских специалистов (O'Dogherty et al., 2017) предложила все нескульптированные виды рода *Williriedellum* Dumitrica перевести в род *Hemicryptocapsa* Tan, распространение которого ограничено верхним титоном–аптом, но описав новый вид *H. monoginta* O'Dogherty, Gorican, Gawlick, распространение которого верхний байос–нижний бат, создали неоднозначность в понимании рода *Hemicryptocapsa* Tan.

В результате наших исследований, мы оставляем вид *W. salymicum* в составе рода *Williriedellum* (De Wever et al., 2001), а его распространение подтверждаем в объеме берриас–валанжина Западной Сибири.

Внезапная вспышка и активное развитие скрытоцефалических и скрытотораксических форм, за счет редуцирования количества сегментов у конических радиолярий в результате погружения первых двух отделов в третий, который становился шаровидным и последним, замыкая раковину, может быть объяснено тем, что организмы вынуждены были постоянно приспосабливаться к среде и изменяющимся условиям, возможно сероводородного заражения, осваивая новые экологические ниши.

Можно предположить, что существование неблагоприятных условий во время формирования ассоциации Nassellaria биогоризонта Parvicingula khabakovi–Williriedellum salymicum отразилось на формировании особого состава морфотипов:

- большой процент скрытоцефалических форм, у которых 1-й главный отдел-цефалис (управляющий нуклеоаксоподиоальным аппаратом и отвечающий за работу всего организма) скрыт или защищен за счет того, что погружен в основную раковину;
- скрытотораксические формы, у которых 2-й отдел-торакс скрыт или защищен за счет того, что также погружен в основную раковину.

Таким образом, использование метода томографии (Vishnevskaya, 2017) и сканирующей электронной микроскопии, в дополнение к оптической микроскопии, позволило нам под-



Таблица 1. Радиолярии берриас-валанжинского биогоризонта Parvicingula khabakovi – Williriedellum salymicum баженовской свиты. Фиг. 1–9. *Williriedellum salymicum* Kozlova: 1–7 – изображения в СЭМ, скв. Губкинская 651, инт. 2905–2906 м; 8–9 – рентгеновские микротомографические изображения, скв. Апрелевская 11, инт. 2762 м

твердить валидность вида *W. salymicum* и предложить включить биогоризонт Parvicingula khabakovi – Williriedellum salymicum в региональные стратиграфические подразделения нижнего мела Западной Сибири.

Работа выполнена в рамках госзадания ГИН РАН № 116032510034 (тема ФАНО № 0135-2016-0034), а также при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-05-00494-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амон Э.О. Радиолярии в баженовской свите (волжский ярус) Широтного Приобья, Западная Сибирь // Ежегодник-2010. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 3–8.

Брадучан Ю.В., Козлова Г.Е., Месежников М.С. Детальная корреляция отложений баженовской свиты // Основные проблемы нефти и газа Западной Сибири, Л.: ВНИГРИ, 1984. С. 83–92.

Брагин Н.Ю. Радиолярии волжского и берриасского ярусов Севера средней Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19, № 2. С. 55–69.

Вишневская В.С. Радиоляриевая биостратиграфия юры и мела России. М.: ГЕОС, 2001. 374 с.

Вишневская В.С. Биостратиграфия и палеогеография баженовской свиты по данным радиоляриевого анализа // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Тюмень, 2013. С. 34–37.

Вишневская 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. АН. 2014. Т. 458, № 2. С. 177–181.

Козлова Г.Е. Распределение радиолярий в баженовской свите Западной Сибири // Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири, М.: Наука, 1983. С. 47–55.

Панченко И.В., Вишневская В.С., Калмыков Г.А. Новые данные по биостратиграфии абалакской и баженовской свит, полученные на основе комплексного изучения макро- и микрофаунистических остатков // Материалы Пятого Всероссийского совещания «Юрская система России: Проблемы стратиграфии и палеогеографии». Тюмень, 2013. С. 160–165.

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. doi.org/10.17353/2070-5379/24 2015.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (г. Новосибирск, 2003 г.) (2004). Новосибирск: СНИИГГиМС,114 с., прил. 3 на 31 листе.

Ясович Г.С., Поплавская М.Д. К стратиграфии битуминозных отложений верхней юры и неокомаЗападно-Сибирской равнины // Материалы по геологии нефтегазоносных районов Западной Сибири. Тюмень. 1979. С. 28–57 (Труды ЗапСибНИГНИ, вып. 102).

Aita Y., Grant-Mackie J.A. Late Jurassic Radiolaria from the Kowhai point siltstone, Murihiku terrane, North Island, New Zealand // Centenary of Japanese Micropaleontology. 1992. P. 375–382.

De Wever P., Dumitrica P., Caulet J.-P., Nigrini C., Caridroit M. Radiolarians in the sedimentary record. Amsterdam: Springer-Verlag, 2001. 533 p.

Dumitrica P. Cryptocephalic and cryptothoracic Nassellaria in some Mesozoic deposits of Romania // Revue Roumaine de Géologie. Géophysique et Géographie (série Géologie). 1970. V. 14. P. 45–124.

Kiessling W. Late Jurassic Radiolarians from the Antarctic Peninsula // Micropaleontology. Spec. Issue. 1999. V. 45, N 1. P. 1–96.

O'Dogherty L., Carter E.S., Dumitrica P., Goričan Š., De Wever P., Bandini A.N., Baumgartner P.O., Matsuoka A. Catalogue of Mesozoic radiolarian genera. Part 2. Jurassic–Cretaceous // Geodiversitas. 2009. V. 31. P. 271–356.

O'Dogherty L., Goričan Š., Gawlick H. Middle and Late Jurassic radiolarians from the Neotethys suture in the Eastern Alps // J. Paleontol. 2017. V. 91, N 1. P. 25–72.

Vishnevskaya V.S., Kozlova G.E. Volgian and Santonian–Campanian radiolarian events from the Russian Arctic and Pacific Rim // Acta Palaeontol. Polonica. 2012. V. 57. P. 773–790.

Vishnevskaya V.S. The Jurassic-Cretaceous boundary in Boreal Russia: radiolarian and calcareous dinoflagellate potential biomarkers // Geological Quarterly. 2017. V. 61, N 3. P. 641–654.

БИОСТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ) ПО РАДИОЛЯРИЯМ, НАННОПЛАНКТОНУ И ИЗВЕСТКОВЫМ ДИНОЦИСТАМ

В.С. Вишневская ^{1, 2}, М.А. Овечкина³, М.А. Устинова¹

¹Геологический институт РАН, Москва, valentina.vishnaa@mail.ru, ustinova_masha@mail.ru ²Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва ³Геологическая служба Израиля, Иерусалим, Израиль, saccammina@gmail.com

BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOGEOGRAPHY OF BAZHENOVO FORMATION WESTERN SIBERIA) BASED ON RADIOLARIANS, NANNOPLANKTON AND CALCAREOUS DINOCYSTS

V.S. VISHNEVSKAYA, M.N. OVECHKINA, M.A. USTINOVA ¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ²Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ³Geological Survey of Israel, Ierusalem, Israel

The Thitonian – basal Berriasian deepwater Bazhenovo Formation, very rich in organic carbon, is considered as source for hydrocarbons in Western Siberia Basin. It is poor in macrofossils, only occasional ammonoids, belemnites and *Buchia* occur in the black shale and siliceous succession. New finds of radiolarians, calcareous nannofossils and calcareous dinocysts permit to establish 4 biohorizons on Radiolaria, 5 beds on calcareous dinocysts. *Key words*: Radiolaria, calcareous nennofossils, calcareous dinocysts, Thitonian, Berriasian, Western Siberia.

Впервые как самостоятельное литостратиграфическое подразделение баженовская свита была выделена в 1959 г. одним из первых открывателей Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции ученым-нефтяником Ф.Г. Гурари (1959). Название баженовская свита было дано по с. Баженово, расположенному на левом берегу р. Иртыш к северо-западу от г. Омска.

Баженовская свита, выделенная (вначале как пачка в составе марьяновской свиты в региональной стратиграфической схеме 1960 г.) по Большереченской скв. 1-Р (инт. 2533–2506 м) (Гурари, 1959), хорошо выдержана по латерали и прослежена в южных, центральных и северных вплоть до Уренгоя районах Западной Сибири. Нижняя граница свиты проведена в нижней части нижневолжского подъяруса (аммонитовая зона subcrassum), а верхняя – в низах нижнего берриаса (аммонитовая зона kochi). Таким образом, баженовская свита, как и баженовский горизонт, в региональной стратиграфической схеме Западной Сибири (Решения..., 2004) принимается в объеме верхней части нижневолжского – нижней нижнеберриасского подъяруса. В качестве гипостратотипа принят разрез по скв. 170-Р Салымской площади в инт. 2844–2881 м.

Г.Э. Козлова (1983), изучая радиолярий в петрографических шлифах, в баженовской свите Западной Сибири установила три подразделения по радиоляриям, использованные в стратиграфической схеме верхней юры Западной Сибири (Решения..., 2004). Позднее Э.О. Амон пересмотрел эти комплексы и предложил выделять три комплекса: один новый средневолжский, средневолжский Козловой и один объединенный из двух предложенных ранее Козловой (1983) как верхневолжский. Но, в связи с тем, что все комплексы были описаны по шлифам, а индекс-виды не признаны валидными (O'Dogherty et al., 2009), возникла необходимость применения новой методики и пересмотра комплексов.

Верхнеюрско-нижнемеловая баженовская свита в настоящее время рассматривается как один из стратегически важных объектов для восполнения ресурсной базы нефтяной отрасли России. ОАО «НК «Роснефть» ведет промышленную эксплуатацию этих отложений на Салымском месторождении (ООО «РН Юганскнефтегаз») и планирует ее расширение (Афанасьев и др., 2010). В связи с этим предложено стратиграфическое расчленение высокобитуминозных глинисто-кремнисто-карбонатных отложений самой баженовской свиты и ее нижнего и верхнего пределов по эволюционным изменениям радиолярий рода *Parvicingula*.

Радиолярии исследовались нами в сканирующем электронном микроскопе, в оптическом микроскопе, а также с применением метода томографии для выявления объемных форм

в высокобитуминозных разностях пород баженовской свиты из которых невозможно извлечение микрофоссилий с помощью химического препарирования уксусной и фтористоводородной кислотами (рис. 1). В результате исследований выделены пять биогоризонтов (рис. 2).

Нижний радиоляриевый биогоризонт Parvicingula blowi (низы среднего подъяруса волжского яруса или нижний титон) установлен в кремнисто-карбонатном интервале нижней части баженовской свиты. Биогоризонт Parvicingula jonesi (средний подъярус волжского яруса или средний титон) установлен в толще глинисто-кремнистых пород – радиоляритов. Биогоризонт Parvicingula haeckeli (верхний подъярус волжского яруса или верхний титон, возможно, включая низы берриаса) установлен в баженовской свите в толще карбонатнокремнистых пород – радиоляритов. Биогоризонты Parvicingula khabakovi – Williriedellum salymicum (берриас) и Williriedellum (берриас-валанжин) установлены в верхней части карбонатного разреза баженовской свиты (рис. 2). Возраст некоторых биогоризонтов подтверждается редкими находками аммонитов (Вишневская, 2013; Vishnevskaya, 2017).

Ранее в азиатской части России местонахождения позднеюрских радиолярий были известны на Северо-Востоке и Дальнем Востоке по работам Н.Ю. Брагина, А.И. Жамойды, С.В. Зябрева, И.В. Кемкина и Т.Н. Палечек, а также в бассейне р. Анюй, дельты р. Лены, п-ве Нордвик (Вишневская и др., 2014) и в Западной Сибири (Козлова, 1983; Vishnevskaya, 2017).

Вид Parvicingula blowi Pessagno впервые описан в Калифорнии, встречен на Северо-Востоке России, в Аргентине, Антарктиде, имеет распространение ранний титон (Vennari, Pujana, 2017). Вид *P. papulata* Kozlova et Vishnevskaya известен из кимериджа – средневолжского подъяруса Печорского бассейна (Vishnevskaya, 1998), а также берриаса дельты р. Лены (Вишневская и др., 2014). Вид Zhamoidellum ovum Dumitrica – космополит, распространение средний оксфорд – ранний титон (Вишневская, 2001). Сейчас удалось расширить таксономический состав комплекса (рис. 1, 2) за счет определения ряда дополнительных видов: Emiluvia lowercoonensis polaris Kiessling, распространение – титон Антарктиды (Kiessling, 1999), Acaeniotylopsis nordvikensis Bragin, распространение – от зоны Epivirgatites variabilis (средневолжский подъярус) до зоны Chetaites sibiricus берриасского яруса в разрезе Нордвик (Брагин, 2011), Parvicingula excelsa Pessagno et Blome и P. santabarbarensis Pessagno, распространение – титон Калифорнии и Антарктиды (Kiessling, 1999), P. alata Kozlova et Vishnevskaya, этот вид широко распространен в волжских сланцах Баренцевоморского региона (Vishnevskaya, Kozlova, 2012) и в дельте р. Лены (Вишневская и др., 2014). Анализ географического распространения видов позволяет предположить окраинноморский характер Баженовского моря и его связь с палеопацификой.

Повсеместное присутствие рода *Parvicingula* в радиоляриевых ассациациях Баженовского моря подтверждает наличие северного течения, заносившего большое количество представителей этого рода из Тихоокеанской палеоклиматической провинции в Бореальную область (арктическую и северо-атлантическую провинции).

Известковые диноцисты (calcareous dinoflagellate cysts) обнаружены в биогоризонтах Parvicingula haeckeli и P. khabakovi Широтного Приобья, где вместе с радиоляриями присутствуют многочисленные Stomiosphaerina proxima Rehánek, S. wanneri (Borza), Colomisphaera fortis Rehanek, C. tenuis (Nagy), C. conferta Rehanek, C. volgeri (Borza), благодаря которым выделены слои, одноименные зонам Тетиса (Reháková, 2000; Ivanova, Kietzmann, 2017; Vishnevskaya, 2017).

В средне-верхневолжских отложениях баженовской свиты Емангальской площади найден наннопланктон: *Watznaueria barnesae* (Black), *W. fossacincta* Black, *W. britannica*? Stradner, *Watznaueria* sp. (мелкая), *Cyclagelosphaera tubulata* Grün et Zweili, C. *margerelii* Noël, *Biscutum* sp. (крупный), *Zeugrhabdotus erectus* (Deflandre). Все эти виды имеют широкий возрастной интервал и не пригодны для точного определения возраста вмещающей толщи. Что касается палеоэкологических условий, то комплекс наннопланктона характерен для нормально-морского, олиготрофного бассейна высоких широт.

Поскольку до настоящего времени фактические данные по радиоляриям баженовской свиты Западной Сибири носят разрозненный и часто противоречивый характер, так как большинство исследований было выполнено с использованием изучения радиолярий в шлифах, многие таксоны признаны не валидными и рассматриваются как nomen nudum



Рис. 1. Титонские радиолярии из баженовской свиты Губкинской площади Западной Сибири (а–ж, и, п, р, с–у), Баренцевоморского региона (з, к), дельты р. Лены (л, м), Новой Зеландии (н), Корякии (р) и из кимерижда Печорского бассейна (ф). Длина масштабной линейки 100 мкм: а – Praeconocaryomma hexagonata (Rust), экз. № 651-1-002; б – *Emiluvia lowercoonensis polaris* Kiessling, экз. № 651-3-033(1); в – *Acaeniotylopsis nordvikensis* Bragin, экз. № 651-2-001(1); Γ – *Orbiculiforma* cf. *teres* Hull, экз. № 651-1-013; μ – *Parvicingula excelsa* Pessagno et Blome, экз. № 651-2-016(1); е – *Parvicingula santabarbarensis* Pessagno, экз. № 651-3-036; ж, з – *Parvicingula blowi* Pessagno: ж - экз. № 651-2-014; з – экз. № 234-R16; и, к – *Parvicingula* cf. *jonesi* Pessagno: и – экз. № 651-3-044; к – экз. № экз. № 234-R18а; л, ϕ – *Parvicingula papulata* Kozlova et Vishnevskaya: π – экз. № 2017-8H; ϕ – № 1998-8m; м – *Parvicingula alata* Kozlova et Vishnevskaya, экз. № 2017-8I; н – *Parvicingula* sp. aff. *P. rithwelli* Pessagno, адаптировано из Aita, Grant-Mackie, 1992; о, π – *Spinicingula* sp.: о – экз. № 651-2-020(1); π – экз. № 651-1-017(1); p – *Parvicingula* sp. A. aff. *P. proiecta* Kiessling, экз. № 577-6-53-4; с–у – *Parvicingula* ex gr. *papulata* Kozlova et Vishnevskaya: с – экз. № 651-3-049; τ – экз. № 651-1-037; y – экз. № 651-1-035


Рис. 2. Распространение радиолярий в баженовской свите Западной Сибири: 1 – известняки, 2 – кремнистые породы, 3 – аргиллиты, 4 – глины, 5 – радиоляриты, 6 – туфы, 7 – аммониты, 8 – бухии, 9 – белемниты, 10 – номера образцов

(O'Dogherty et al., 2009), то полученные новые данные о морфологическом разнообразии юрских и меловых ассоциаций радиолярий Западной Сибири очень важны, для того чтобы приступить к использованию радиолярий в биостратиграфии. По радиоляриям баженовская свита Западной Сибири может быть расчленена на четыре биостратона, а по известковым диноцистам самые верхи баженовской свиты включают пять биостратонов в ранге слоев.

Исследование частично поддержано РФФИ, проект № 18-05-00494 и Программой Президиума Российской академии наук "Происхождение и развитие биосферы".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амон Э.О. Радиолярии в баженовской свите (волжский ярус) Широтного Приобья, Западная Сибирь // Ежегодник-2010. ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 3–8.

Афанасьев И.С., Гаврилова Е.В., Бирун Е.М. и др. Баженовская свита. Общий обзор, нерешенные проблемы // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». 2010. № 4. С. 20–25.

Брагин Н.Ю. Радиолярии волжского и берриасского ярусов Севера средней Сибири // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19, № 2. С. 55–69.

Вишневская В.С. Радиоляриевая биостратиграфия юры и мела России. М.: ГЕОС, 2001. 374 с.

Вишневская В.С. Биостратиграфия и палеогеография баженовской свиты по данным радиоляриевого анализа // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Тюмень, 2013. С. 34–37.

Вишневская 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. АН. 2014. Т. 458, № 2. С. 177–181.

Вишневская В.С., Филатова Н.И. Обстановки накопления морских среднемезозойских аллохтонных комплексов Северо-Востока Азии и их корреляция // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24, № 6. С. 30–48.

Гурари Ф.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья. М.: Гостоптехиздат, 1959. 174 с.

Козлова Г.Е. Распределение радиолярий в баженовской свите Западной Сибири // Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири. М.: Наука, 1983. С. 47–55.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. 114 с.

Aita Y., Grant-Mackie J.A. Late Jurassic-radiolaria from the Kowhai point siltstone, Murihiku terrane, North Island, New Zealand // Centenary of Japanese Micropaleontology. 1992. P. 375–382.

Ivanova D.K., Kietzmann D.A. Calcareous dinoflagellate cysts from the Tithonian – Valanginian Vaca Muerta Formation in the Southern Mendoza area of the Neuquén Basin, Argentina // J. South Amer. Earth Sci. 2017. V. 77. P. 150–169.

Kiessling W. Late Jurassic Radiolarians from the Antarctic Peninsula // Micropaleontology. 1999. V. 45, N 1. P. 1–96.

O'Dogherty L., Carter E.S., Dumitrica P. et al. Catalogue of Mesozoic radiolarian genera; Part 2. Jurassic–Cretaceous: Geodiversitas. 2009. V. 31. P. 271–356.

Reháková D. Calcareous dinoflagellate and calpionellid bioevents versus sea-level fluctuations recorded in the west Carpathian (Late-Jurassic/Early Cretaceous) pelagic environments. Geologica Carpathica. 2000. V. №. 51. P. 229–243.

Vennari V.V., Pujana I. Finding of two new radiolarian associations calibrated with ammonoids in the Vaca Muerta Formation (Late Jurassic-Early Cretaceous), Neuquen Basin, Argentina // Journal of South American Earth Sciences. 2017. № 75. P. 35–50.

Vishnevskaya V.S. The Domanikoid facies of the Russian Platform and the basin paleogeography // Mém. Mus. Nat. d'Histoire Natur. (Paris). 1998. V. 177. P. 45–69.

Vishnevskaya V.S. The Jurassic-Cretaceous boundary in Boreal Russia: radiolarian and calcareous dinoflagellate potential biomarkers // Geol. Quarterly. 2017. V. 61, N 3. P. 641–654.

Vishnevskaya V.S., Kozlova G.E. Volgian and Santonian–Campanian radiolarian events from the Russian Arctic and Pacific Rim // Acta Palaeontol. Polonica. 2012. V. 57. P. 773–790.

РАДИОЛЯРИИ ИЗ ОКСФОРДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОРОБЬЕВЫХ ГОР (г. МОСКВА)

Т.Н. Палечек, М.А. Устинова

Геологический институт РАН, Москва, tpalechek@yandex.ru

RADIOLARIANS FROM THE OXFORDIAN SEDIMENTS OF THE VOROB'EV HILLS (MOSCOW)

T.N. PALECHEK, M.A. USTINOVA

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

First studied radiolarians from the core of boreholes from the upper Callovian – Oxfordian – lower Kimmeridgian section of the Vorob'ev Hills (Moscow). Radiolarians are described from Podosinovka of Chulkovo Formation (upper Callovian – lower Oxfordian), Moscow Formation (middle-upper Oxfordian), Kolomenskoe Beds and Makaroev Formation (upper Oxfordian – lower Kimeridgian). The studied radiolarian assemblages belong to the southern boreal type.

Key words: Radiolaria, Oxfordian, Vorobievy Hills, Moscow region.

Воробьевы (Ленинские) горы – живописный природный парк, расположенный по правому берегу излучины Москвы-реки, является интереснейшим геологическим объектом. История изучения геологии и стратиграфии юрских отложений этого района подробно рассмотрена в работе А.А. Школина и С.Ю. Маленкиной (2016), поэтому остановимся на полученных результатах. Микрофауна представлена фораминиферами, остракодами, наннопланктоном и радиоляриями. Биостратиграфическое расчленение разреза по первым трем группам выполнялось и ранее (Устинова, Радугина, 2004; Устинова, 2009), комплексы радиолярий выделены впервые.

В настоящее время Воробьевы горы – объект, где проводятся интенсивные инженерногеологические изыскания в связи с оценкой устойчивости склона для различного строительства. Благодаря проведенному бурению Мосгоргеотрестом, удалось изучить образцы керна из ряда скважин, пройденных в центральной части Воробьевых гор.

Находки радиолярий приурочены к верхнекелловейско-нижнекимериджской части разреза. Радиоляриями хорошей сохранности охарактеризованы (снизу вверх) подосинковская подсвита (верхний келловей – нижний оксфорд), подмосковная свита (средний-верхний оксфорд), коломенская толща (верхний оксфорд) и макарьевская свита (верхняя часть верхнего оксфорда – нижний кимеридж). Изучение оксфордских радиолярий района г. Москвы проведено впервые. В основном, палеонтологическое обоснование разрезов Подмосковья было проведено по макрофауне, а микрофаунистическое изучение этих разрезов началось не так давно и коснулось только отдельных интервалов (Bragin, 1997; Брагин, Киселев, 2013; Устинова, 2009; Устинова и др., 2014).

Ниже приводится описание (снизу вверх) основной части разреза юрских отложений Воробьевых гор по трем скважинам с использованием схемы расчленения на свиты и толщи А.Г. Олферьева (2012), Унифицированной региональной стратиграфической схемы юрских отложений Восточно-Европейской платформы (2012) и данных А.А. Школина и С.Ю. Маленкиной (2016).

Средний келловей – нижний оксфорд. <u>Чулковская свита</u> с размывом ложится на криушскую свиту и делится на две подсвиты. Нижняя, великодворская, подсвита вскрыта во всех трех скважинах. Глина серовато-коричневатая, пылеватая, сильно слюдистая, с редкими гнездами и прослойками мелкозернистого песка, с раковинным детритом и остатками аммонитов. Мощность 2–3 м. Радиолярии не изучались. Верхняя, подосинковская, подсвита согласно залегает на великодворской. Глина темно-серая, местами темно-зеленовато-серая с остатками двустворчатиых моллюсков, аммонитов и белемнитов. Средняя мощность 1–2 м. Здесь присутствуют радиолярии *Higumastra gratiosa* Baumgartner, *Praeconocaryomma scatebra* Hull, *Parvicingula elegans* Pessagno et Whalen, *Mizukidella mokaensis* O' Dogherty, Goričan et Gawlick. Средний–верхний оксфорд. <u>Подмосковная свита</u> согласно перекрывает подосинковскую подсвиту. Глина светло-серо-коричневатая, сильно слюдистая, с гнездами мелкозернистого песка. В нижней части свиты глина становится темно-серой, местами темно-зеленовато-серой, со стяжениями пирита. Мощность 6–9 м. В нижней части подмосковной свиты, где ранее проходила граница ратьковской и подмосковной свит (Школин, Маленкина, 2016) (скв. № 3) встречен один экземпляр радиолярий рода *Crucella*, единичные экземпляры *Praeconocaryomma* sp., Nassellaria gen et sp. indet. Все раковины пиритизированы, сохранность средняя до неудовлетворительной.

Средняя и верхняя части подмосковной свиты наиболее хорошо охарактеризованы радиоляриями с наибольшим их таксономическим разнообразием в скв. № 2 и 3. Отмечено обилие экземпляров *Praeconocaryomma scatebra* Hull (в различных интервалах нескольких скважин, вскрывающих отложения подмосковной свиты, встречено от 10 до 15 экземпляров хорошей и удовлетворительной сохранности), в то время как в макарьевской свите встречен всего лишь один экземпляр этого вида. Кроме этого, здесь присутствуют (табл. 1): *Orbiculiforma* sp., *Xiphostylus* sp., *Tetraditryma* sp., *Crucella* ? sp., *Paronaella* ? sp., *Pseudoeucyrtis* sp., *Parvicingula elegans* Pessagno et Whalen, *P. papulata* Kozlova et Vishnevskaya, *P. burnsensis* Pessagno et Whalen, *Mizukidella mokaensis* O' Dogherty, Goričan et Gawlick, *Triversus japonicus* Takemura, *Triversus* ex gr. *preconicus* Vishnevskaya, *Parahsuum carpathicum* Widz et De Wever, *Thanarla brouweri* (Tan Sin Hok).

Верхний оксфорд. Коломенская толща согласно перекрывает подмосковную свиту. Глины серые, темно-серые, сильно слюдистые, алевритистые, биотурбированные. Мощность 5,3–10 м. Радиолярии изучены только из скв № 1, здесь присутствуют *Pseudocrucella prava* Blome, *Paronaella obesa* (Yang), *Praeconocaryomma scatebra* Hull, *Parvicingula papulata* Kozlova et Vishnevskaya, *Triversus japonicus* Takemura, спикулы губок.

Верхняя часть верхнего оксфорда – нижний кимеридж. Макарьевская свита согласно лежит на коломенской толще и с размывом перекрывается отложениями мневниковской свитой (скв № 2 и 3). Глины плотные черные, слюдистые, часто с обильным пиритом, мощность 5,5–6,5 м. В ней отмечается присутствие радиолярий Crucella squama (Kozlova), единичного экземпляра Praeconocaryomma scatebra Hull, Hsuum maxwelli Pessagno, Parvicingula genrietta Vishnevskaya, Praeparvicingula deadhorsensis Pessagno, Blome et Hull, Triversus sp., спикул губок.

Оксфордские радиолярии Воробьевых гор характеризуются хорошей сохранностью. Таксономический состав изученных ассоциаций не богат. Из спуммеллярий здесь присутствуют представители семейства Hagiastridae (3 рода: *Higumastra*, *Tetraditryma*, *Pseudocrucella*, по одному виду из каждого рода), род *Praeconocaryomma* (1 вид) и единичные экземпляры родов *Xiphostylus* и *Orbiculiforma*. Из насселлярий довольно разнообразны парвицингулиды (*Parvicingula elegans*, *P. burnsensis*, *P. papulata*, *P. genrietta*), кроме этого отмечено присутствие таких родов как *Hsuum*, *Triversus* и *Mizukidella*. Наибольшее разнообразие радиолярий отмечено в отложениях подмосковной свиты (средний–верхний оксфорд).

Анализ таксономического состава изученных ассоциаций позволяет говорить о так называемом "смешанном" комплексе, в котором наблюдается наряду с присутствием достаточно разнообразных парвицингулид, широко распространенных в северо-бореальной области тихоокеанской провинции, а также на севере Сибири и в Печорском бассейне, присутствие и более теплолюбивых форм. Так, например *Parahsuum carpathicum* Widz et De Wever описан из оксфордских отложений Западных Карпат Польши (Widz, De Wever, 1993). *Mizukidella mokaensis* O'Dogherty, Goričan et Gawlick впервые описана из верхнего титона в северных Известняковых Альпах Австрии (O'Dogherty et al., 2017) и распространена в среднем оксфорде – верхнем берриасе. *Praeconocaryomma scatebra* Hull описана из нижней части верхнего кимериджа в восточной Мексике (Hull, 1997), также этот вид встречен в нижнем титоне Антарктического полуострова (Kiessling, 1999).

Таким образом, впервые изучены радиолярии из керна трех скважин верхнекелловейской – нижнекимериджской части разреза Воробьевых гор (г. Москва): из подосинковской подсвиты (верхний келловей – нижний оксфорд), подмосковной свиты (средний–верхний оксфорд), коломенской толщи (верхний оксфорд) и из макарьевской свиты (верхняя часть верхнего оксфорда – нижний кимеридж). При этом наиболее богатая ассоциация радиолярий отмечена в отложениях среднего–верхнего оксфорда (табл. 1). Изученные ассоци-



Таблица 1. Радиолярии среднего и верхнего оксфорда, подмосковная свита. Воробьевы горы (Москва): скв. № 2 (инт. 71,0–72,0 м) – фиг. 1–8, 10–18; скв. № 3 (гл. 103,0 м) – фиг. 9. Длина масштабной линейки указана в мкм. Фиг. 1, 2. *Praeconocaryomma scatebra* Hull: 1 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-1; 2 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-2. Фиг. 3, 4. *Xiphostylus* sp.: 3 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-3; 4 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-4. Фиг. 5, 6. *Parvicingula elegans* Pessagno et Whalen: 5 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-5; 6 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-6. Фиг. 7, 8. *Mizukidella mokaensis* O' Dogherty, Goričan et Gawlick: 7 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-7; 8 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-8. Фиг. 9. *Tetraditryma* sp., экз. ГИН № 1257-13/16-8. Фиг. 10. *Parvicingula* sp., экз. ГИН № 5И-13/16-2-10. Фиг. 11. *Parvicingula* aff. *papulata* Kozlova et Vishnevskaya, экз. ГИН № 5И-13/16-2-11. Фиг. 12. *Triversus* ex gr. *preconicus* Vishnevskaya, экз. ГИН № 5И-13/16-2-12. Фиг. 13. *Triversus japonicus* Takemura, экз. ГИН № 5И-13/16-2-13. Фиг. 14. *Pseudoeucyrtis* sp., экз. ГИН № 5И-13/16-2-14. Фиг. 15, 16. *Parahsuum carpathicum* Widz et De Wever: 15 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-15; 16 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-16. Фиг. 17, 18. *Thanarla brouweri* (Tan Sin Hok): 17 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-17; 18 – экз. ГИН № 5И-13/16-2-18

ации радиолярий характеризуются "смешанным" таксономическим составом и относятся к южнобореальному типу. Присутствие ряда совместных видов в разрезе Воробьевых гор (г. Москва), первоначально описанных из Западной и Восточной Европы, Мексики, Калифорнии, а также из Печорского бассейна и Корякии дает возможность проводить для одновозрастных толщ широкие межрегиональные корреляции.

Авторы благодарят В.С. Вишневскую и С.Ю. Маленкину за советы и замечания при обсуждении статьи. Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН № 0135-2015-0034 и частично за счет средств гранта РФФИ № 18-05-00501.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Брагин Н.Ю., Киселев Д.Н. Радиолярии из верхнеюрских (среднеоксфордских и верхнекимериджских) отложений Ярославской области // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21, № 6. С. 62–71.

Олферьев А.Г. Стратиграфические подразделения юрских отложений Подмосковья // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2012. Т. 87, вып. 4. С. 32–55.

Унифицированная региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка.(отв. ред. Митта В.В.). М.: ПИН РАН – ФГУП «ВНИГНИ», 2012. 64 с.

Устинова М.А. Зональное расчленеие оксфордско-кимериджских отложений по фораминиферам разреза Михаленино (Костромская область) // Палеострат-2009. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества. Москва, 26–27 января 2009 г. Программа и тезисы докладов. Алексеев А.С. (ред.). М.: ПИН РАН, 2009. С. 43–45.

Устинова М.А., Радугина С.В. Расчленение келловея и оксфорда Москвы по известковому наннопланктону и фораминиферам // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2004. Т. 79, вып. 3. С. 20–25.

Устинова М.А., Маленкина С.Ю., Вишневская В.С. Микропалеонтологическая характеристика верхнеоксфордских и средневолжских отложений (Верхняя юра) разреза Крылатское в Москве // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2014. Т. 89, вып. 3. С. 19–32.

Школин А.А., Маленкина С.Ю. Воробьевы горы – памятное место Московской геологии: новые данные по стратиграфии отложений юры – нижнего мела // Палеострат-2016. Годичное собрание (Научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического Общества при РАН. Программа и тезисы докладов. Под ред. А.С.Алексеева. М.: ПИН РАН, 2016. С. 84–85.

Bragin N.Yu. Radiolaria from the phosphorite basal horizons of the Volgian Stage in the Moscow region (Russia) // Revue de Micropaleontologie. 1997. V. 40, N 4. P. 285–296.

Hull D.M. Upper Jurassic Tethyan and southern Boreal radiolarians from western North America // Micropaleon-tology. 1997. V. 43. Suppl. 2. P. 1–202.

Kiessling W. Late Jurassic radiolarians from Antarctic Peninsula // Micropaleontology. 1999. V. 45. Suppl. 1. P. 1–96.

O'Dogherty L., Goričan Š., Gawlick H.-J. Middle and Late Jurassic radiolarians from the Neotethys suture in the Eastern Alps // J. Paleontol. 2017. V. 91, N 1. P. 25–72.

Widz D., De Wever P. Nouveaus Nassellaires (Radiolaria) des radiolarites Jurassiques de la Coupe de Szeligowy Potok (Zones de Klippes de Pieniny, Carpathes Occidentales, Pologne) // Revue de Micropaleontologie. 1993. V. 36, N 1. P. 77–91.

БИОСТРАТИГРАФИЯ ЮРСКИХ И МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ ПО РАДИОЛЯРИЯМ

Т.Н. Палечек

Геологический институт РАН, Москва, tpalechek@yandex.ru

BIOSTRATIGRAPHY OF JURASSIC AND CRETACEOUS DEPOSITS OF THE KORYAK UPLAND ON RADIOLARIANS

T.N. PALECHEK

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

As a result of the research the age of the tectono-stratigraphic complexes was installed , the conclusions on the sedimentation conditions are drawn and primary relations are interpreted for most complexes The Middle Triassic, Middle (Bajocian – Callovian), Middle-Late (Callovian – Oxfordian) and Late Jurassic (Kimmeridgian – Tithonian), Lower Cretaceous (Berriasian), Upper Cretaceous (Coniacian – Campanian, Campanian – Maastrichtian) radiolarian assemblages were described.

Key words: radiolarians, upper Jurassic - lower Cretaceous, upper Cretaceous, Koryak Highland.

Благодаря проведению за последние два десятилетия тематических разномасштабных работ на Северо-Востоке России был изучен ряд ключевых участков в северо-западной (рн Усть-Бельских гор), юго-западной (Пенжинский хребет, Прибрежный пояс Тайгоноса) и южной частях (Олюторская зона) Корякского нагорья.

В северо-западной части Корякского нагорья в p-не Усть-Бельских гор на основании строения и состава пород в пределах Алганского террейна Усть-Бельских гор были выделены несколько тектоно-стратиграфических комплексов, установлен их возраст, реконструирован ряд палеоструктур, сформированных во фронте Удско-Мургальской островодужной системы. Описаны новые кимеридж-титонская, берриасская и кампанская ассоциации радиолярий (Палечек и др., 2013; Моисеев, 2015; Палечек и др., 2016).

В юго-западной части одним из наиболее представительных участков развития аккреционного комплекса Прибрежного пояса Тайгоноса является район мыса Поворотного (Соколов и др., 2001). Здесь нами были изучены среднеюрская (байос-келловейская), средне-позднеюрская (келловей-оксфордская) и позднеюрская (кимеридж-титонская) радиоляриевые ассоциации. Полученные нами данные, в сочетании с ранее опубликованными определениями, позволили сделать вывод о формировании основной части пород "кингивеемского" типа в средне- и позднеюрское время. Учитывая также келловей-оксфордские и бат-оксфордские датировки, можно предположить, что при формировании аккреционного комплекса тектонической деламинации и разрушению (очевидно, неоднократно проявленным) подверглась кора бассейна океанического типа, существовавшего в течение всего средне- и позднеюрского времени; а в некоторых участках бассейна кремненакопление начиналось в самом конце ранней юры (тоар), а завершалось в берриасе-валанжине. Очевидно также, что в каких-то местах фундаментом средне-позднеюрского бассейна кремненакопления оказались реликтовые пространства более древней (поздняя пермь-триас) коры океанического типа (Палечек, Паланджян, 2007).

В южной части Корякского нагорья (Олюторская зона) были изучены три структурноформационных комплекса: вулканогенно-кремнистый, осадочно-вулканогенный и флишоидно-олистостромовый, входящие в 5 выбранных ключевых полигонов (район бухты Анастасии, верховья рек Ильпи и Матыскен, бассейн р. Тапельваям, лиман Мачевна, мыс Витгенштейна), сделаны выводы о возрасте радиолярий-содержащих пород. Подтвержден вывод, ранее высказанный другими исследователями о сдваивании тектонических пластин. Установлены новые коньяк-раннекампанская и кампан-маастрихтская радиоляриевые ассоциации. Обнаружена самая древняя среднетриасовая (анизий-ладиний) в Олюторской зоне (в районе лагуны Амаян) радиоляриевая ассоциация. Сделаны выводы об условиях формирования изученных комплексов (Богданов и др., 1999; Палечек, 1997, 2002; Соловьев и др., 1998, 2000). Таким образом, в результате исследований в Корякском нагорье был выделен ряд тектоно-стратиграфических комплексов, установлен их возраст, сделаны выводы об условиях осадконакопления, для большинства комплексов проведена реконструкция первичных взаимоотношений. Описаны среднетриасовая, среднеюрская (байос-келловейская), среднепозднеюрская (келловей-оксфордская) и позднеюрская (кимеридж-титонская), раннемеловая (берриасская), позднемеловая (коньяк-кампанская, кампан-маастрихтская) радиоляриевые ассоциации (табл. 1).

Автор искренне признателен А.В. Моисееву, И.В. Гульпе, С.А. Паланджяну, С.Д. Соколову, А.В. Соловьеву, Г.В. Ледневой, Д.В. Коваленко, А.В. Ландеру, М.Н. Шапиро, В.Д. Чеховичу, дополнивших авторскую коллекцию образцами кремнистых пород из различных районов Корякского нагорья, а также за проведение ряда совместных полевых работ на Северо-Востоке России. Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН № 0135-2015-0034.



Таблица 1. Радиолярии кимеридж – титона, Усть-Бельские горы, руч. Борозда, обр. 268.04. Длина масштабной линейки 100 мкм для фиг. 1–12 и 50 мкм для фиг. 13–21. Фиг. 1, 2. *Parvicingula vera* (Pessagno et Whalen): 1 – экз. ГИН № 268.04/14-2-1; 2 – экз. ГИН № 268.04/14-2-2. Фиг. 3, 5, 7–9, 12. *Parvicingula elegans* Pessagno et Whalen: 3 – экз. ГИН № 268.04/14-2-3; 5 – экз. ГИН № 268.04/14-2-5; 7 – экз. ГИН № 268.04/14-2-7; 8 – экз. ГИН № 268.04/14-2-8; 9 – экз. ГИН № 268.04/14-2-9; 12 – экз. ГИН № 268.04/14-2-12. Фиг. 4, 10, 11 – *Praeparvicingula cosmoconica* (Foreman): 4 – экз. ГИН № 268.04/14-2-4; 10 – экз. ГИН № 268.04/14-2-10; 11 – экз. ГИН № 268.04/14-2-11. Фиг. 6. *Parvicingula jonesi* Pessagno, экз. ГИН № 268.04/14-2-6. Фиг. 13. *Archaeodictyomitra rigida* Pessagno, экз. ГИН № 268.04/14-2-13. Фиг. 14, 15. *Archaeodictyomitra apiara* (Rüst): 14 – экз. ГИН № 268.04/14-2-14; 15 – экз. ГИН № 268.04/14-2-15. Фиг. 16. *Archaeodictyomitra* ex gr. *rigida* Pessagno, экз. ГИН № 268.04/14-2-16. Фиг. 17. *Loopus* cf. *primitivus* (Matsuoka et Yao), экз. ГИН № 268.04/14-2-17. Фиг. 18. *Hsuum* sp., экз. ГИН № 268.04/14-2-18. Фиг. 19. *Hsuum* cf. *mclaughlini* Pessagno et Blome, экз. ГИН № 268.04/14-2-19. Фиг. 20. *Bernoullius* sp., экз. ГИН № 268.04/14-2-20. Фиг. 21. *Orbiculiforma* sp., экз. ГИН № 268.04/14-2-21

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов Н.А., Гарвер Дж.И., Чехович В.Д. и др. Обстановки формирования флишоидно-олистостромового комплекса западного побережья Алеутской глубоководной впадины // Геотектоника. 1999. № 5. С. 52–66.

Моисеев А.В. Структура и история тектонического развития Усть-Бельского сегмента Западно-Корякской складчатой системы (СВ России, Корякия). Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 2015. 30 с.

Палечек Т.Н. Строение и условия формирования верхнемеловых вулканогенно-кремнистых отложений Олюторского района (на основе радиоляриевого анализа). Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. М.: Ин-т литосферы РАН, 1997. 25 с.

Палечек Т.Н. Кампан-маастрихтские радиолярии Корякско-Камчатского региона // Тихоокеанская геол. 2002. Т. 21. С. 76–88.

Палечек Т.Н., Моисеев А.В., Гульпа И.В. Тектоностратиграфия северо-западной части Корякского нагорья (р-н Усть-Бельских гор) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24, № 4. С. 55–81.

Палечек Т. Н.,. Моисеев А.В., Соколов С.Д. Новые данные о строении и возрасте юрско-нижнемеловых отложений Алганского террейна (район р. Перевальная, Корякское нагорье, Чукотка) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21, № 2. С. 43–60.

Палечек. Т.Н., Паланджян С.А. Юрские радиолярии и возраст кремнистых пород мыса Поворотного, полуостров Тайгонос (Северо-Восток России) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т. 15, № 1. С. 73–94.

Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л. и др. Особенности строения палеоаккреционных призм на примере полуострова Тайгонос (Северо-Восток России) // Докл. АН. 2001. Т. 337, № 6. С. 807–811.

Соловьев А.В., Палечек Т.Н., Леднева Г.В. Кампан-маастрихтские отложения фронтальной части Олюторской зоны (юг Корякского нагорья) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т. 8, № 2. С. 88–96.

Соловьев А.В., Палечек Т.Н., Палечек Р.М. Тектоностратиграфия северной части Олюторской зоны (Корякское нагорье, район бухты Анастасии) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6, № 4. С. 92–105.

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЛЯРИЕВОГО АНАЛИЗА КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ХРЕБТА ВИТЯЗЬ (ОСТРОВНОЙ СКЛОН КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО ЖЕЛОБА)

С.В. Точилина, Л.Н. Василенко

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, lidia@poi.dvo.ru

NEW RESULTS OF THE RADIOLARIAN ANALYSIS CENOZOIC SEDIMENTS FROM THE VITYAZ RIDGE (ISLAND SLOPE OF THE KURIL-KAMCHATKA TRENCH)

S.V. TOCHILINA, L.N. VASILENKO

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

The results of radiolarian analysis applied to sedimentary deposits of the submarine Vityaz Ridge are presented. As a result, complexes of Paleogene zones of the scale, developed on the deep-water holes of the island slope of the Japanese Trench and the Detroit guyot, were identified. The spread of the scale to the area of the submarine Vityaz Ridge has confirmed the possibility of its wider application. Much attention is drawn to the fact of a break in the Paleogene sedimentary thickness of the Vityaz Ridge. There are no representatives of the Lithomitrella minuta Zone. Interpretation of this fact may indicate a tectonic event corresponding to the boundary of the Upper Eocene and Oligocene. *Key words*: Radiolaria, Vityaz Ridge, Kuril-Kamchatka Trench.

В районе Курило-Камчатского желоба (ККЖ) систематически проводятся геолого-геофизические исследования (Васильев и др., 1979; Гнибиденко и др., 1980). С 2005 г. в районе подводного хребта Витязь, расположенного на островном склоне ККЖ выполнен большой объем работ в 37, 41 и 52 рейсах НИС «Академик М.А. Лаврентьев». По полученным материалам были выделены четыре литолого-стратиграфических комплекса: верхнемеловой–нижнепалеоценовый, палеоцен-эоценовый?, олигоцен-среднемиоценовый и плиоценплейстоценовый (Кулинич и др., 2007; Терехов и др., 2012; Цой, 2014). Возраст комплексов определялся по результатам диатомового анализа и силикофлагеллатам. Радиолярии были изучены только из верхнемелового–нижнепалеоценового комплекса одной станции (Смирнова, 2007).

Последующее применение радиоляриевого анализа к отложениям других литолого-стратиграфических комплексов выявило последовательность слоев олигоцена-раннего миоцена (прерывистую), в которых отмечено смешение радиолярий, принадлежащих разным стратиграфическим уровням (Василенко, 2017).

Цель настоящей работы – уточнение возраста слоев осадочного чехла подводного хребта Витязь, расположенного на островном склоне Курило-Камчатского желоба.

Материал представлен пробами драгирования, поднятыми в 37 и 52 рейсах НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (2005–2010 г) (станции Lv37-37, Lv52-3, Lv52-4, Lv52-13, Lv52-14, глуб. 2300–1600 м). Кроме этого, привлечены материалы драгирования склонов островов Шикотан (станция 447) и Онекотан (станция 198). На каждой из станций подняты десятки проб драгирования, которые имеют очень большую ценность, так как глубоководного бурения в изучаемом районе никогда не проводилось. Поэтому для корреляции были использованы данные по глубоководным разрезам островного склона Японского желоба (57 рейс «Glomar Challenger», скв. 438А, 438В) и гайота Детройт (север Императорского хребта, 145 рейс «JOIDES Resolution», скв. 883В, 884В) (Точилина и др., 2015, 2017). Кроме этого, сравнительный анализ осуществлялся с о-вом Беринга, в разрезах которого присутствуют общие виды радиолярий (Витухин, 1993).

Разделение переотложенных радиолярии от находящихся «*in situ*» приведено в работе (Точилина и др., 2014). Для уточнения возраста осадочных отложений в районе подводного хребта Витязь были приготовлены дополнительные препараты из образцов Lv37-37-1, Lv52-4-2в, Lv52-4-3, 447/2, в которых ранее были установлены разновозрастные радиолярии.

Для ключевой структуры Витязь в палеогене применение радиоляриевого анализа (по дополнительным препаратам) позволило получить новые результаты: прослежены комплек-

сы радиоляриевых зон шкалы, разработанной по глубоководному разрезу гайота Детройт (скв. 883В, 884В) (Точилина и др., 2017) (рис. 1).

Верхний эоцен. Комплекс зоны Calocyclas semipolita, выделенной в разрезе гайота Детройт. Таксономический состав представлен: *Stylosphaera minor minor* Clark et Campbell – 3,2%, *Ellipsoxiphus* cf. *chabakovi* Lipman – 0,6%, *Stylosphaera irinae* (Lipman) – 1,9%, *Amphistylus* sp. – 3,2%, *Heliodiscus siculus* Stohr – 1,9%, *Spongoprunum markleyense ovum* Clark et Campbell – 1,3%, *Spongasteriscus cruciferus* Clark et Campbell – 2,6%, *Calocyclas semipolita semipolita* Clark et Campbell group. – 11,0%, *Theocyrtis litos* (Clark et Campbell) – 1,3%, *Lophoconus* cf. *titanothericeraos* Clark et Campbell – 0,6% и др. (табл. 1). Большинство приведенных видов входит в состав комплекса одноименной зоны (скв. 884B, керн 77х-02w).

Следует отметить присутствие вида индекса верхнепалеоценовой зоны *Theocampe* (?) sp. cf. *apicata* Foreman (экземпляр неудовлетворительной сохранности), что свидетельствует о его привнесении.

Комплекс зоны Stylosphaera radiosa, выделенной в море Уэдделла (Южный океан) (Abelmann, 1990) и, позднее, прослеженной в разрезе гайота Детройт (возраст зоны пересмотрен как верхнеэоценовый) (Точилина и др., 2017). Вид-индекс встречен в небольшом количестве (0,7%), скелеты имеют, преимущественно, хорошую сохранность. Кроме вида-индекса, в таксономическом составе содержатся: *Lithatractus pierinae* Clark et Campbell – 1,9%, *Carposphaera rara* Carnevale – 2,3%, *Hexacyclia* ex gr. *formosum* (Tochilina) – 1,3%, *Thecosphaera rotunda* Borusenko – 1,3%, *Heliosoma mirabile* Clark et Campbell – 0,2% и др. Приведенные виды встречены в отложениях гайота Детройт (скв. 884B, керн 76х-05w).

Олигоцен. Комплекс зоны Prunopyle solida, выделенной в разрезе гайота Детройт, подразделен на два комплекса по резким изменениям в субдиминирующих таксонах:

Комплекс с Prunopyle solida- Calocyclas extensa contracta. Доминируют представители Spumellaria – 75,1%. Содержание видов-индексов составляет: *Prunopyle solida* Dreyer до 10,2%, *Calocyclas extensa contracta* Clark et Campbell – 2,6%. Кроме видов-индексов таксономический состав включает: *Stylosphaera* aff. *liostylus* Ehrenberg – 0,6%, *Druppatractus* sp. – 0,6%, *Hexastylus* ex gr. *minimus* Haeckel – 0,6%, *Lithelius nautiloides* Popofsky – 1,3%, *Lithelius* sp. – 1,9%, *Spirotunica haeckelii* (Dreyer) group. – 6,5%, *Spongodiscus osculosus* (Dreyer) – 1,9%, *Spongotrochus craticulatus* Stohr – 0,6%, *Porodiscus ellipticus* Carnevale – 2,6%, *Lithomelissa macroptera* Ehrenberg group. – 3,2%, *Theocyrtis diabloensis* Clark et Campbell – 1,3%, *Tripocyrtis* sp. – 1,9% и др. Доминирующие и некоторые другие виды являются общими с гайотом Детройт (скв. 884B, керны 71х и 70х).

Комплекс с Prunopyle solida-Doryphacus bergontianus. Продолжает доминировать вид *Prunopyle solida* Dreyer – 22,7%, но в таксономическом составе наблюдаются значительные изменения. Субдоминирующим становится вид *Doryphacus bergontianus* Carnevale – 15,9%. Сохранность скелетов удовлетворительная. Наиболее разнообразны Spumellaria: *Amphisphaera cristata* Carnevale, *Haliomma* sp., *Spirotunica spiralis* (Haeckel), *Stylodictya ornata* Campbell et Clark и др. Nassellaria представлены редкими таксонами: *Cyrtocapsa* sp., *Bathropyramis* sp., *Tripilidium* sp.

Комплекс с Haliomma oculatum-Haliomma nobile соответствует комплексам зон Haliomma oculatum (= H. (?) extima) и Haliomma nobile. Первая зона выделена в отложениях островного склона Японского желоба, первоначально в ранге слоев с радиоляриями (Точилина и др., 2015; Tochilina, 1991), а позднее в отложениях гайота Детройт в ранге зоны (Точилина и др., 2017). В разрезе гайота Детройт, зона Н. oculatum была подразделена на акмезоны Haliomma oculatum и Haliomma nobile. В изучаемом комплексе доминируют представители Spumellaria (85,4%), на содержание видов-индексов приходится: Haliomma oculatum Ehrenberg – 14,5%, *Haliomma nobile* Haeckel – 2,6%, Spumellaria представлены таксонами: Cenosphaera compacta Haeckel – 2,6%, Haliomma aff. medusa Ehrenberg – 2,6%, Spirotunica spiralis (Haeckel) – 9,2%, Spirotunica aff. elliptica (Dreyer) – 2,6%, Amphymenium amphistylium Haeckel – 2,6%, Amphymenium pupula Haeckel – 3,9% и др. Отмечается значительное число разрушенных и минерализованных сферических экземпляров, по расположению поровых отверстий близких к виду Haliomma oculatum. Таксономический состав Nassellaria представлен видами: *Sethocorys crassus* (Carnevale) – 7,9% и *Cyrtopera laguncula* Haeckel – 1,3%. Доминирующие и некоторые другие виды являются общими с гайотом Детройт (скв. 884В, керны 69х и 68х).

Сравнительный анализ комплексов радиолярий подводного хребта Витязь с комплексами из разрезов, расположенных на островном склоне Курильской дуги к северо-востоку (о. Онекотан) и юго-западу (о. Шикотан) показал их близость с некоторыми естественными отличиями в таксономическом составе, связанными с большим расстоянием и разными условиями седиментации. Обращает на себя внимание перерыв в палеогеновой осадочной толще хребта Витязь по отсутствию нижнеолигоценовой зоны Lithomitrella minuta. Интерпретация этого факта может свидетельствовать о тектоническом событии на границе верхнего эоцена и олигоцена. Выделенные комплексы радиолярий являются аналогами зон шкалы гайота Детройт (рис. 1). Распространение шкалы на островной склон Курило-Камчатского желоба подтвердило возможность ее более широкого применения.

Работавыполнена по программе ФНИТОИ ДВОРАН (тема № АААА-А17-117030110033-0) и, частично, по программе Дальний Восток № 18-1-008.

ema ur		цел	0	Га	йот Детройт	Островной склон Японского желоба	Хребет Витязь (островной склон ККЖ)			
Систе	Систе Отде Подот, Ярус		Ради и во (Точ	юляриевые зоны зраст (млн лет) иилина и др, 2017)	Слои с радиоляриями (Tochilina, 1991; Точилина и др., 2015)	Комплексы радиоляриевых зон (Василенко, 2017 с дополнениями)				
Heor.	Миоц.	НИЖ.	аквитан.	22.5	Dendrospyris (?) sakaii	Stylosphaera minor - D. (?) sakaii	Dendrospyris (?) sakaii			
		ий	ій	23.3		Siphocampe nodosaria	Siph. nodosaria Siph. arachnea			
Bag	let	верхн	TCKI	25 1	Haliomma nobile	Haliomma nobile	Haliomma nobile			
	IQ.		хал	26.4	H. oculatum	H. oculatum	H. oculatum			
IIII				27.4			Prunopyle solida			
алеоге	aJIEOUEI OJ		ский		Prunopyle solida	Prunopyle solida	Doryph. bergontianus Prunopyle solida Calocyclas extensa			
F		1)KH	пель				contracta			
		Ηŀ	рю	ыд	рю	онd	30.3	Lithomitrella minuta		
	цен	хний <mark></mark>	абон- 1 сий 1	34.9	Stylosphaera radiosa		Stylosphaera radiosa			
	30I		приєскі	37.8	Calocyclas semipolita		Calocyclas semipolita			

Рис. 1. Корреляционная схема радиоляриевых зон, слоев и комплексов, установленных на гайоте Детройт, островном склоне Японского желоба и подводном хребте Витязь

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.







15



17

16



19

14

Таблица I. Радиолярии верхнего эоцена – олигоцена. Островной склон Курило-Камчатского желоба: хребет Витязь (фиг. 1, 2, 6, 9–11, 13–17), склон о-ва Шикотан (фиг. 3), склон о-ва Онекотан (фиг. 4, 7, 12); островной склон Японского желоба (фиг. 5, 8, 18, 19). Длина масштабной линейки 50 мкм. Фиг. 1. *Ellipsoxiphus* cf. *chabakovi* Lipman, экз. ТОИ ДВО РАН № 23/2-7, обр. Lv52-4-2в. Фиг. 2. *Stylosphaera minor minor* Clark et Campbell, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-15, обр. Lv52-4-28. Фиг. 3. *Stylosphaera radiosa* Ehrenberg, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-14, обр. Lv52-4-28. Фиг. 3. *Stylosphaera radiosa* Ehrenberg, экз. ТОИ ДВО РАН, № 25/1-3, обр. 447-2. Фиг. 4, 5. *Haliomma nobile* Ehrenberg 4 – экз. ТОИ ДВО РАН, № 25/4-6, обр. 198-5; 5 – экз. ТОИ ДВО РАН, № 16/3, обр. 57-438В-18-2. Фиг. 6–8. *Haliomma oculatum* Ehrenberg: 6 – экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-14, обр. Lv52-3-6a; 7 – экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-39, обр. Lv52-4-28. Фиг. 10. *Prunopyle solida* Dreyer, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-63, обр. Lv52-4-28. Фиг. 11. *Spirotunica haackei* (Dreyer), экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-52, обр. Lv52-4-28. Фиг. 12. *Spiromultitunica circumflexa* Tochilina et Popova, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-14, обр. Lv52-4-28. Фиг. 13. *Theocyrtis litos* (Clark et Campbell), экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-107, обр. Lv52-4-28. Фиг. 15. *Lophoconus* ex gr. *semipolita semipolita* Clark et Campbell, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-112, обр. Lv52-4-28. Фиг. 15. *Lophoconus* ex gr. *semipolita semipolita* Clark et Campbell, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-125, обр. Lv52-4-28. Фиг. 14. *Lithomelissa macroptera* Ehrenberg, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-120, обр. Lv52-4-28. Фиг. 15. *Lophoconus* ex gr. *semipolita semipolita* Clark et Campbell, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-125, обр. Lv52-4-28. Фиг. 16. *Calocyclas* ex gr. *semipolita semipolita* Clark et Campbell, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-125, обр. Lv52-4-28. Фиг. 17. *Calocyclas* ex gr. *semipolita* Semipolita Clark et Campbell, экз. ТОИ ДВО РАН, № 23/2-125, обр. Lv52-4-28. ФИГ. 18, 19. Clathrocyclas ex gr. *semipolita* Semipolita Clark et Campb

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Василенко Л.Н. Олигоцен-раннемиоценовые радиолярии из отложений южного плато подводного хребта Витязь (островной склон Курило-Камчатского желоба) // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2017. № 3. Вып. 35. С. 87–102.

Васильев Б.И., Жильцов Э.Г., Суворов А.А. Геологическое строение юго-западной части Курильской системы дуга-желоб. М.: Наука, 1979. 105 с.

Витухин Д.И. Расчленение кайнозоя Дальнего Востока по радиоляриям. М.: Наука, 1993. 104 с.

Гнибиденко Г.С., Быкова Т.Г., Веселов О.В. и др. Тектоника Курило-Камчатского глубоководного желоба. М.: Наука, 1980. 179 с.

Кулинич Р.Г., Карп Б.Я., Баранов Б.В. и др. О структурно-геологической характеристике «сейсмической бреши» в центральной части Курильской островной дуги // Тихоокеанская геол. 2007. Т. 6, № 1. С. 5–19.

Смирнова О.Л. Новые данные радиоляриевого анализа о возрасте докайнозойского фундамента подводного хребта Витязя (Курило-Камчатская островная дуга) // Палеонтология, палеобиогеография и палеоэкология: Мат-лы LIII сессии Палеонтологического об-ва при РАН (г. Санкт-Петербург, 2–6 апреля 2007 г.). СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. С. 115–116.

Терехов Е.П., Можеровский А.В., Цой И.Б. и др.. Верхнемеловые и кайнозойские комплексы вулканогенно-осадочных пород подводного хребта Витязь (островной склон Курило-Камчатского желоба) и история его развития // Тихоокеанская геол. 2012. Т. 31, № 3. С. 24–31.

Точилина С.В., Попова-Голл И.М., Василенко Л.Н. О переотложении меловых осадков по разрезам г. Детройт и западного склона хребта Витязь // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Сборник научных трудов / под ред. Е.Ю. Барабошкина и др. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 312–318.

Точилина С.В., Голл И.М. (Попова), Губанов Р.Н., Василенко Л.Н. Радиоляриевый анализ для геологического развития верхней террасы островного склона Японского желоба // Современная микропалеонтология. Сборник трудов XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания. Калининград, 2015. С. 154–158.

Точилина С.В., Голл И.М., Василенко Л.Н., Можеровский А.В. Особенности геологического строения севера Императорского хребта (по глубоководным разрезам гайотов Детройт и Мейджи // Тихоокеанская геол. 2017. Т. 36, № 5. С. 92–115.

Цой И.Б. Комплексы диатомей верхнего олигоцена-нижнего миоцена подводного хребта Витязь (островной склон Курило-Камчатского желоба) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22, № 6. С. 70–83.

Abelmann A. Oligocene to Middle Miocene Radiolarian stratigraphy of Southern High Latitudes from Leg 113, Sites 689 and 690, Maud Rise // Barker, P.F. et al. (eds.). Proceedings of the Ocean Drilling Program. 1990. V. 113. P. 675–708.

Tochilina S.V. The Oligocene-Miocene boundary at the juncture of the Japan and Kuril island arcs // Abstracts of 5th International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy and IGCP-246. Japan, 1991. P. 114–115.

ОСТРАКОДЫ

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТРАКОД НА БАКИНСКОМ АРХИПЕЛАГЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НЕМУ БЕРЕГОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД

А.Т. Джавадова¹, Э.В. Рзаева²

¹Компания «Каспиан Консалтиг Сервиз», Баунаталь, Германия, arzu.javadova@caspiancsc.com, ²Институт геологии Академий наук Азербайджанской Республики, Баку, elnara farzaliyeva@mail.ru

STRATIGRAPHIC PECULARITIES OF OSTRACOD DISTRIBUTION IN BAKU ARCHIPELAGO, THE CASPIAN SEA AND THE ADJACENT COASTAL DEPOSITS DURING THE QUATERNARY TIME

A.T. JAVADOVA¹, E.V. RZAEVA²

¹Caspian Consulting Service Company, Baunatal, Germany ²Geology Institute, Academy Science of Azerbaijan Republic, Baku

The quaternary (postpliocene) ostracods of the South Caspian allow the sections to be differentiated into supra-horizons with the distinctive complexes and governing forms widely used for stratigraphic purposes. Many species of *Leptocythere and Loxococnha* occur within the ostracod fauna. A detailed review of genus and species is required to classify the fauna. Our photos show the basic Postpliocene fauna of the South Caspian, which correlates well with the coastal sections.

Key words: Ostracoda, stratigraphy, index species, horizons, paleontology.

Первые более или менее детальные исследования остракод четвертичных отложений Каспийского моря принадлежат Д.А. Агаларовой, З.К. Кадыровой и С.А. Кулиевой (1961), М.И. Мандельштаму, Л.П. Марковой, Т.Р. Розыевой, Н.Е. Степанайтыс (1959), Г.Ф. Шнейдер (1959), А.Т. Джавадовой (1996). С целью изучения микрофауны ими были исследованы образцы, как из естественных обнажений, так и из скважин. Значительный вклад в изучение остракодовой фауны четвертичных отложений Южного Каспия внесла С.А. Кулиева. С площадей банок Апшеронская и Дарвина ею был описан ряд характерных остракод тюркянских, бакинских и древнекаспийских отложений. Были приведены: Ilyocypris bradyi Sars, Cypr*ideis torosa* (Jones), *Tyrrhenocythere pseudoconvexa* (Livental in Agalarova et al.), *Xestoleberis* sp. и другие формы остракод. В дальнейшем она установила для бакинских отложений руководящий вид Bacunella dorsoarcuata (Zalany), с характерным комплексом. В древнекаспийских отложениях она выделяла комплекс остракод с Tyrrhenocythere pseudoconvexa, Aurella azerbaijanica (Livental in Agalarova et al.) и другие, с переотложенными фораминиферами. В 1980 г. геологами КМГРУ в Апшероно-Прибалханской зоне хвалынский горизонт по литологическим особенностям был подразделен на две части – нижнюю глинистую и верхнюю песчано-глинистую. Между верхним и нижним хвалыном наблюдались континентальные отложения, свидетельствующие о предверхнехвалынской регрессии Каспия. Голоценовые отложения обычно выделялись как морские образования. Остракоды постплиоценовых отложений Туркменистана были изучены Н.Е. Степанайтыс (1959), которая описала ряд видов. В разрезах Апшеронского полуострова Д.Н. Мамедова (1990) выделила характерный комплекс для расчленения четвертичных отложений Нижнекуринского района.

Детальное изучение остракодовой фауны четвертичных отложений Южного Каспия было произведено А.Т. Джавадовой в период 1988-1998 годов. Ею впервые выделены семь лон с характерными комплексами и пять самостоятельных остракодовых комплексов. Материалы происходят в основном из скважин Апшеронского архипелага и северной части Бакинского архипелага (Банка Апшеронская, Западно-Апшеронская, Хали, Хазри, Шах дениз, Бахар, о. Чилов, Гюнешли, Чираг, Азери, Кяпаз, Карабах, им. Нахичевани, Нефтяные Камни, Огуз, Камни Два Брата, Бахар и др.). Ею выпущен ряд публикаций, которые до сих пор применяются в определении четвертичных отложений Южного Каспия. Состав микрофауны южной и центральной частей Бакинского архипелага был изучен сравнительно слабо. В 2003 г. У. Сулейманов исследовал остракоды Бакинского архипелага и выделил в некоторых морских скважинах характерные комплексы и 9 руководящих лон на основании политамического кодирования. Сулейманов составил политамический код, состоящий из семи свойств остракод, разделяющихся на 28 признаков. По его мнению, эти признаки, отражая различия в строении морфологических элементов раковин рода *Leptocythere* Sars позволяют унифицировать результаты наблюдений различных авторов. Его политамическая таблица содержала числовое описание 99 видов лептоцитерид, известных на территории Азербайджана, с использованием статистического и кластерного анализа, что позволило ему подразделить четвертичных лептоцитер на 11 групп. Новейшие исследования остракод четвертичных отложений Каспийского моря, особенно в ее северной части, принадлежат российским ученым (Чеховская и др., 2018). Полученные ими данные позволили провести биостратиграфическое расчленение осадков и представить изменение условий их образования. В исследованных разрезах представлены мангышлакские, новокаспийские и современные отложения шельфа Северного Каспия.

Нами были изучены остракоды из пробуренных скважин северного и центрального Бакинского архипелага Каспийского моря: Бахар, Бахар-2, Шах дениз, Аран дениз, Себаил, Ленкоран дениз, Курдаши, Инам, Песчаний и др. (рис. 1), что позволило коррелировать состав остракодовой фауны четвертичных отложений.



Рис. 1. Схематическая карта Южного Каспия

Система	разлел	Звено	Надгоризонты	Горизонты	Лоны	Южный Каспий		
Спетема	pusaen	Sheno		и слои		остракоды	моллюски	
		Верхний	Ійский	Верхний (Современн ый)		Amnicythere caspia (Liv.), A. striatocostata (Schn.), A. quinquetuberculata (Schn.), Euxinocythere bacuano (Liv.) Euxithese nathatscholaga (Liv.)	Mytilaster lineatus Gn., Micromelania caspia Eichw., и др.	
	Голоцен	средний	Новокаст	нижний		бильные Rotalia beccarii (Linne)	Cardium edule (Linne), Didacna crassa (Eichw.), D. baeri Gr., D. baeri var. alata Gadj.	
		нижний	нский	верхний	ythere berculata	Amnicythere cymbula (Liv.), A. plicatotuberulata (Sch.), A. maltiosa (Sch.), A. modesta (St.), A.	Didacna praetrigonoides Nal. et Aniss., Dreissensia polymorpha Pall.	
			Хваль	нижний	Amnic plicatotu	(Schw.), A. lunata (St.), Loxoconcha unodensa Mand.	Didacna paralella Bog., и др.	
		Верхний	ский	верхний (Карачухурский) горизонт	tere beata	Amnicythere medicata (Step.), A. hildae (Step.), A. tinulla (St.), A. uschkoi (Schn.), Xestoleberis manticae St., Candona rostrata (Br. et Nor.)., C. neglegta Sars., Loxoconcha lepida St., L. lauta Step., Scaloconcha edita Step.	Didacna paleotrigonoides Fed., D. nalivkini Wass., Dreissensia polymorpha Pall., и др.	
	оцен	средний	Xa3ar	нижний (Гюркянский) горизонт	Euxinocyt	Cyprideis torosa (Jones.), Tyrrhenocythere pseudoconvexa (Liv.), Candona elongata Schn., Candoniella albicans Br., C. subbelipsoida Sch., Amnicythere praeclara (Step.), A. cymbula (Liv.), A. lunata (Step.), A. medicata (Step.), A. periculosa (Step.)	Didacna eulachia Fed., D. nalivkini Wass.	
ичные	Плейст		Бакинский	верхний	Amnicythere bacinica	Amnicythere medicata (Step.), A. stepanaitysae (Sch.), A. periculosa (Step.), A. rezupina (St.), A. lunata (Step.), A. praeclara (Step.), Scalochoncha edita (Step.)	<i>Didacna rudis</i> Nal., <i>D.</i> <i>carditoides</i> Eichw. и др.	
Четверт		нижний		Бакинский	нижинй	Bacunella dorsoarcuata	Amnicythere quadrituberculata (Liv.), A. argunica (Suzin), A. pravoslavlevi (Schn.), A. accreta (St.), A. flexuosa (Step.), A. bacinica (Schn.), Loxoconha unodensa Mand., L. endocarpa Schn., Candona elongata Schn., Caspiella liventalina (Evl.), Advenocypris kurovdagensis KI.	Didacna parvula Nal., Dreissensia polymorpha Pall. и др.
				Тюркянский		Cyprideis torosa (Jones),Tyrrhenocythere pseudoconvexa (Liv.), Zonocypris membranae (Liv.), Ilyocypris bradyi Sars, Limnocythere sp.	Пелециподы и гастроподы Dreissensia polymorpha Pall., представители рода Cassiniola	
				верхний	Caspiocypris filona	Caspiocypris lyrata Liv., C. rotulata Liv., Amnicythere andrusssovi (Liv.), A. picturata var. venata (Liv.), A. arevina (Liv.), A. cymbula (Liv.), Leptocythere rostrata Liv., Loxoconcha eichwaldi var. tuberculata Liv.	Monodacna bacuana And., Apsheronia propinqua Eichw.	
	стоцен		энский	Пресноводный слой		Ilyocypris bradyi Sars, I. gibba (Ramd.), Leptocythere multituberculata (Liv.), Cyprideis torosa (Jones), Limnocythere sp.	пелециподы и гастроподы, Dreissensia	
	Эоплей		Annepe	средний Amnicythere apsheronica		Amnicythere pirsagatica (Liv.), Leptocythere verricosa Suz., Amnicythere saljanica var. nostras (Liv.), A. palimpsesta (Liv.), L eptocythere chazarica Jav. sp.nov., Euxinocythere bacuana (Liv.), Loxoconcha bairdyi Müll., L. kaliskyi Lüb.	Apscheronia calvescens And., Monodacna beibatica And.	
				ЙИНЖИН	Leptocythere explicata	Caspiocypris rotulata Liv., C. lyrata Liv., C. filona Liv., Candona cavis Mad., Amnicythere ofortha (Liv.), A. bendovanica (Liv.), Leptocythere rostrata Liv., L. leonidi Liv., L. gubkini Liv., L. grandis Kl., Euxinocythere bosqueti (Liv.), E. praebosqueti (Suz.), Cythere lejlae Agal., C. azeri Agal.	Apsheronia raricostata Sjog., Adelina voluta And.	

Рис. 2. Расчленение плейстоценовых и голоценовых отложений Южного Каспия

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 3. Характерные остракоды голоцена и плейстоцена Южного Каспия. RV – правая створка, LV – левая створка, f – самка, m – самец, ad. – взрослая особь, juv. – ювенильная особь. Фиг. 1. Euxinocythere bacuana (Livental, 1938), Rvf. Фиг. 2. Amnicythere caspia (Livental, 1938), Lvm. Фиг. 3. Amnicythere striatocostata (Schweyer), Lvm. Фиг. 4. Amnicythere quinquetuberculata (Schweyer), LV ad. Фиг. 5. Amnicythere relicta (Shornikov), Rvf. Фиг. 6. Scaloconcha edita (Schneider), Rvf. Фиг. 7. Amnicythere notabilis (Schneider), RV juv. Фиг. 8. Euxinocythere virgata (Schneider), Lvf. Фиг. 9. Loxoconcha lauta Stepanaitys, Rvm. Фиг. 10. Amnicythere tinulla (Stepanaitys), Rvad. Фиг. 11. Leptocythere unicornis (Schweyer), Lvm. Фиг. 12. Loxoconcha lepida Stepanaitys, Rvf. Фиг. 13. Amnicythere pirsagatica (Livental), Lvm. Фиг. 14. Amnicythere stepanaitysae (Schneider), Rvad. Фиг. 15. Caspiocypris ex gr. candida (Livental), Lvm. Фиг. 16. Ilyocypris bardyi (Sars), Lvad. Фиг. 17. Tyrrhenocythere pseudoconvexa (Livental in Agalarova et al.), Lvjuv. Фиг. 18. Cyprideis torosa (Jones), Lvf. Фиг. 19. Ilyocypris gibba (Ramdohr), Lvad. Фиг. 20. Bacunella dorsoarcuata (Zalalany), RVad

В нашем распоряжении было свыше 350 образцов, около 100 видов *Leptocythere* и *Loxoconcha* Sars, 1866. В целом, выделенный нами состав остракод Южного Каспия позволяет расчленить четвертичные отложения на новокаспийский, хвалынский, хазарский, бакинский и апшеронский надгоризонты с соответствующими горизонтами и слоями (рис. 2). Характерный комплекс постплиоценовой фауны остракод хорошо коррелируется с прибрежными разрезами Апшеронского полуострова: Песчаный, Алят, Локбатан, Пирсагат, Нефтчала. При определении видового состава использовались СЭМ фотографии остракод, собранных нами из скважин Апшеронского и Бакинского архипелагов. Мы предлагаем вниманию только часть отобранных видов остракод, которых сфотографировала научный сотрудник ИГА-НА Е. Рзаева. В характерных комплексах голоцена и плейстоцена особую роль играют роды *Leptocythere* и *Loxoconcha* (рис. 3).

Недостаточная изученность видового состава этих родов вызывает ряд трудностей в изучении плиоценовых и даже постплиоценовых остракод нефтеносных площадей Южного Каспия, где представители этих видов встречаются очень часто. Еще предстоит провести ревизию всех описанных видов всех каспийских *Leptocythere* и *Loxoconcha*, изучить их половой диморфизм, скульптуру и разные вариации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агаларова Д.А., Кадырова З.К., Кулиева С.А. Остракоды плиоценовых и постплиоценовых отложений Азербайджана. Баку: Азернешр, 1961. 420 с.

Джавадова А.Т. Сопоставление разрезов и биостратиграфия четвертичных отложений Апшеронского и Бакинского архипелагов. Депонированные материалы АзНИИНТИ. Баку: АзНИИНТИ, 1995. С. 1–15.

Джафарова А.Т. К изучению фауны остракод четвертичных отложений акватории Апшеронского архипелага // Изв. вузов. Нефть и газ. 1989. № 7. С. 24–27.

Кошкарлы Р.О., Мамедова Д.А. Исследование микроморфологии остракод и наннопланктона кайнозоя Азербайджана // Проблемы современной микропалеонтологии // Тр. XXXIV сессии ВПО, 25–29 января 1988 г., Баку / Отв. ред. Т.Н. Богданова, Э.М. Бугрова. Л.: Наука, 1990. С. 111–114.

Мандельштам М.И., Маркова Л.П., Розыева Т.Р., Степанайтыс Н.Е. Остракоды плиоценовых и постплиоценовых отложений Туркменистана. Ашхабад: Изд-во АН Туркменской ССР, 1962. С. 5–282.

Степанайтыс Н.Е. Новые виды остракод из неогеновых и четвертичных отложений юго-западной Туркмении // Тр. Ин-та геологии АН Туркменской ССР. 1959. Т. 2. С. 298–315.

Шнейдер Г.Ф. Фауна остракод неогеновых и четвертичных отложений Восточного Предкавказья и ее стратиграфическое значение // Тр. КЮГЭ АН СССР. Геология и нефтегазоносность юга СССР. 1959. Вып. 3. С. 561–673.

Чеховская М.П., Зенина М.А., Матуль А.Г. и др. Реконструкция палеообстановки в голоцене на северном шельфе Каспийского моря по остракодам // Океанология. 2018. Т. 58, № 1. С. 89–101.

ИЗМЕНЕНИЯ СООБЩЕСТВ ОСТРАКОД НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

М.А. Зенина¹, А.Л. Чепалыга², И.О. Мурдмаа¹, Д. Малгезини³

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, maria_zenina@mail.ru, murdmaa@mail.ru ²Институт географии РАН, Москва, tchepalyga@mail.ru ³RINA Consulting S.p.A., Genova, giuseppe.malgesini@rina.org

CHANGES IN THE OSTRACOD ASSEMBLAGES OF THE NORTHEASTERN BLACK SEA SHELF DURING LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE

M.A. ZENINA¹, A.L. CHEPALYGA², I.O. MURDMAA¹, G. MALGEZINI³

¹Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow ²Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow ³RINA Consulting S.p.A., Genova

A total of 57 ostracod species are recorded in the fossil assemblages from the borehole RHB-16, with 52 species of Caspian type and 5 species of the Mediterranean type. Three distinct assemblage zones are identified from the Caspian type dominating in the Late Pleistocene to the early Holocene up to 8,4 cal ka BP, a mixed assemblage of Caspian type and Mediterranean type from 8,4 to 7,5 cal ka BP, and a progressive dominance of Mediterranean species after 7,5 cal ka BP. The main factors affecting the ostracod distribution in the Late Pleistocene are temperature and salinity changes. Changes in the ostracod and mollusk fauna during the Holocene reflect the increase in bottom-water salinity after the opening of the two-way circulation with Mediterranean Sea.

Key words: ostracods, mollusks, salinity, brackish water, Quaternary.

Плейстоценовым и голоценовым сообществам остракод Черного моря посвящено несколько систематических работ (например, Stancheva, 1989), как и остракодам Каспийского региона (Агаларова и др., 1961; Мандельштам и др., 1962 и др.), которым необходима таксономическая ревизия с точки зрения современной систематики (Шорников, 2017). С развитием электронной микроскопии появилась возможность ревизии всей этой фауны. Значительная часть позднеплейстоценовой фауны Черного моря является общей с фауной Каспийского моря, поскольку в четвертичном периоде неоднократно существовала связь между этими морями и происходил фаунистический обмен (Bahr et al., 2008; Badertscher et al., 2011; Yanina, 2014). В последнее время активно изучаются голоценовые остракоды Черного моря. Установлено, что в голоцене существовало три сообщества, последовательно сменяющих друг друга: сообщество с фауной каспийского происхождения, переходное сообщество с фауной каспийского и средиземноморского происхождения и сообщество, представленное средиземноморскими мигрантами (Ivanova et al., 2015; Zenina et al., 2017). Цель настоящей работы изучить комплексы остракод новоэвксинского периода (поздний плейстоцен) и изменения голоценовых сообществ, обусловленные установлением водообмена со Средиземным морем в начале голоцена.

Материалом для данной работы послужили образцы из колонки скважины RHB-16, пробуренной на краю шельфа на глубине 92 м у северо-восточного побережья Черного моря между городами Анапа и Новороссийск. В ходе исследования рассматривались четвертичные осадки скважины до глубины 15 м. Всего изучено 12 образцов, весом около 400 г. Всего изучено 8385 створок остракод, принадлежащих 57 видам. Среди них 52 вида каспийского происхождения и пять видов средиземноморского происхождения.

Последовательность, описание сообществ остракод и происходящие в них изменения представлены на рисунке 1. На основе изменений в видовом составе выделено три сообщества. Новоэвксинское сообщество (I) охватывает интервал 15,5–3,84 м (от > 46 до 8,4 кал. тыс. лет назад) и представлено разнообразным комплексом видов каспийского происхождения. Новоэвксинское сообщество просуществовало довольно продолжительный период времени. В это время происходили значительные изменения характеристик водной среды (температуры и солености), которые отразились на составе фауны остракод. В зависимости от изменений в видовом составе, новоэвксинское сообщество (I) подразделяется на три подсообщества IA, IБ и IB.

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24–29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Литология и распределение сообществ фауны моллюсков и остракод в скважине RHB-16: I, II, III – сообщества, А, Б, В – подсообщества; слои: Ne – новоэвксинские > 46 10 кал. тыс. лет; Bg – бугазские (10–8,8 кал. тыс. лет); Vt – витязевские (8,8–7,8 кал. тыс. лет); Kl – каламитские (7,8–6,9 кал. тыс. лет) и Dm – джеметинские (6,9–2,6 кал. тыс. лет). 1 – ил; 2 – ил с раковинами моллюсков; 3 – ракуша с песком; 4 – песок с раковинами моллюсков; 4 – песок; 5 – илистый песок, 6 – илистый песок

Подсообщество IA представлено наибольшим разнообразием видов и характеризует период предшествовавший максимуму последнего оледенения. Подсообщество IБ отличается меньшим разнообразием видов и существовало в период после максимума последнего оледенения до начала голоцена. Подсообщество 1В характерно для начала голоцена, когда установился водообмен со Средиземным морем. Переходное сообщество (II) охватывает интервал 3,84–0,95 м и включает 25 видов каспийского происхождения и пять видов средиземноморского происхождения. Регулярная встречаемость видов средиземноморского происхождения отмечается в осадках моложе 8,4 кал. тыс. лет назад. Морское сообщество III обнаружено в осадках выше уровня 0,75 м и представлено обедненной фауной остракод средиземноморского происхождения, типичной для глубин > 50 м.

Основными факторами, влияющими на распределение остракод в позднем плейстоцене на протяжении новоэвксинского периода, были температура и соленость. В период максимума последнего оледенения отмечались наиболее низкая температура и низкие значения солености, которые привели к вымиранию большого количества видов остракод каспийского происхождения в Черном море. Установление двусторонней циркуляции вод со Средиземным морем в начале голоцена привело к постепенному осолонению Черного моря и заселению средиземноморской фауной. Смена сообществ остракод происходила постепенно.

Работа выполнена в рамках госзадания № 0149-2018-0016 и проекта РФФИ № 18-34-00856.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агаларова Д.А., Кадырова З.К., Кулиева С.А. Остракоды плиоценовых и постплиоценовых отложений Азербайджана. Баку: Азернешр, 1961. 420 с.

Мандельштам М.И., Маркова Л.П., Розыева Т.Р., Степанайтыс Н.Е. Остракоды плиоценовых и постплиоценовых отложений Туркменистана. Ашхабад: Изд-во АН Туркменской ССР, 1962. 289 с.

Шорников Е.И. Таксономические замечания в отношении остракод Понто-Каспийского бассейна // Палеонтол. журн. 2017. Т. 51, № 5. С. 56–63.

Bahr A., Lamy F., Arz H.W. et al. Abrupt changes of temperature and water chemistry in the late Pleistocene and early Holocene Black Sea // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2008. Vol. 9. Q01004. Doi:10.1029/2007GC001683.

Badertscher S., Fleitmann D., Cheng H. et al. Pleistocene water intrusions from the Mediterranean and Caspian seas into the Black Sea // Nature Geoscience. 2011. V. 4. P. 236–239.

Ivanova E.V., Marret F., Zenina M.A. et al. The Holocene Black Sea reconnection to the Mediterranean Sea: New insights from the northeastern Caucasian shelf // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2015. V. 427. P. 41–61.

Stancheva M. Taxonomy and biostratigraphy of the Pleistocene ostracods of the western Black Sea shelf // Geologica Balcanica. 1989. V. 19, N 6. P. 3–39.

Yanina T.A. The Ponto-Caspian region: environmental consequences of climate change during the Late Pleistocene // Quaternary Internat. 2014. V. 345. P. 88–99.

Zenina M., Ivanova E., Bradley L. et al. Origin, migration pathways, and paleoenvironmental significance of Holocene ostracod records from the northeastern Black Sea shelf // Quaternary Res. 2017. V. 87, N 1. P. 49–65.

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА И КИСЛРОДА В РАКОВИНАХ ОСТРАКОД: ВЛИЯНИЕ ВИТАЛЬНОГО ЭФФЕКТА

М.С. Карпук, Б.Г. Покровский, О.Л. Петров

¹Геологический институт РАН, Москва, maria.s.karpuk@gmail.com, pokrov@ginras.ru, O_petrov@ginras.ru

CARBON AND OXYGEN ISOTOPE COMPOSITION IN THE OSTRACODA VALVES: VITAL EFFECT INFLUENCE

M.S. KARPUK, B.G. POKROVSKY, O.L. PETROV

¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Cytherella ovata, *C. exquisita*, *C. dilatata* valves from the Aptian of the Crimea have similar δ^{13} C values 2,3 –(±0,2‰), whereas *Monoceratina bicuspidata*, *Protocythere* sp. and *Pontocyprella rara* from the same samples exhibit wide range δ^{13} C from –2,3 to 5,3‰. The δ^{18} O values in different species are more uniform (–1,1 to 1,8‰). This "vital effect" must be considered at the palaeoecological reconstruction.

Key words: Ostracoda, carbon isotopes, vital effect, Aptian, Crimea.

Существует два разных метода изучения изотопного состава С и О в разрезах – в валовых пробах и в раковинах животных. Валовые пробы – это образцы пород, в которых содержатся, как карбонатные фаунистические остатки, каждый со своим витальным эффектом, аутигенный кальцит, который накапливается в равновесном состоянии с водой, а также и диагенетический кальцит. Что касается измерения стабильных изотопов в фаунистических остатках, то принято отбирать экземпляры не только лучшей сохранности, т.к. диагенетические изменения уменьшают значение изотопа углерода, но и принадлежащих одному виду вида из-за витального эффекта. Существует немало работ, показывающих влияние витального эффекта на изтопный состав разных видов (Kroopnick, 1985; Grossman, 1987; Spero et al., 1989, 1991; Wendler et al., 2013; Mackensen et al., 2017 и др.), но при этом зачастую изотопный состав измеряется в раковинах видов не одного рода, а разных родов или разных семейств. Суть настоящего исследования – определить, близки ли значения δ^{13} С у остракод разных видов одного рода и выяснить, можно ли в дальнейшем использовать остракод не одного вида, а одного рода, что значительно упростит процесс отбора.

Исследования проводились для остракод из аптских отложений (K₁) Горного Крыма. Было отобрано по 50 экземпляров взрослых особей остракод трех видов цитерелл: *Cytherella ovata* (Roemer), *C. exquisita* Neale и *C. dilatata* Donze, а также нескольких видов других родов: *Monoceratina bicuspidata* (Gruendel), *Protocythere* sp. и *Pontocyprella rara* Kaye (табл. I). Все виды были отобраны из трех случайных образцов, в которых количество остракод выбранных видов было достаточно для анализа. Эти три образца отобраны из двух разрезов Юго-Западного Крыма (Северный Тетис) – Кирпичное (1 образец) и Марьино (2 образца). Изотопные определения О и С в карбонатном материале сделаны Б.Г. Покровским и О.Л. Петровым с помощью масс-спектрометра Delta V Advanced и установки Gas-Bench-I в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии. Изотопные отношения приводятся относительно следующих стандартов: $\delta^{18}O - SMOW$, $\delta^{13}C - PDB$. Точность (воспроизводимость) определений $\delta^{18}O$ и $\delta^{13}C$ находится в пределах $\pm 0,2 \%$. $\delta^{18}O$ также пересчитан в PDB по формуле Колпена (Coplen, 1988):

$$\delta^{18}O_{\text{SMOW}} = 1,03091 \ \delta^{18}O_{\text{PDB}} + 30.91$$

В результате оказалось, что значения δ^{13} С, полученные для трех видов цитерелл, находятся в интервалах 2,1–2,2‰, 2,4–2,5‰ и 1,9–2,0‰ в трех образцах соответственно, т.е. не различаются в пределах ошибки измерения (табл. 1). Значения δ^{13} С трех других видов близки между собой для каждого вида в разных образцах, но сильно отличаются для разных видов в одном и том же образце. Так, значения *Protocythere* sp. в трех образцах близки (–2,3, –2,2 и –1,8‰), что значительно ниже, чем у цитерелл, имеющих положительные значения

(~2,0‰). δ¹³С в раковинах вида *M. bicuspidata* (-1,0‰) также ниже, чем у цитерелл, а в раковинах *P. rara*, наоборот, выше, чем у цитерелл (4,7‰, 5,2‰), за исключением образца из разреза Кирпичное, где значение δ¹³С у *P. rara* близко к таковому цитерелл (2,5‰) (рис. 1). Значения δ18О в раковинах остракод более однообразны и не обнаруживают четкого различия между различными видами (рис. 1). Причины этого еще предстоит выяснить.

	n			-						
Номер образца		M 1506			M 1512		K1501			
Вид	¹³ C	¹⁸ O		¹³ C	¹⁸ O		¹³ C	¹⁸ O		
	PDB	PDB	SMOW	PDB	PDB	SMOW	PDB	PDB	SMOW	
Cytherella ovata	2,2	1,8	31,8	2,6	1,2	31,2	2,0	1,6	31,6	
Cytherella dilatata	2,2	0,4	30,4	2,5	0,9	30,9	1,9	0,4	30,4	
Cytherella exquisita	2,1	1,2	31,2	2,4	-1,1	28,9	-	-	_	
Pontocyprella rara	4,7	2,6	32,6	5,2	2,2	32,2	2,5	-0,2	29,8	
Protocythere sp.	-2,3	1,7	31,7	-2,2	1,2	31,2	-1,8	0,0	30,0	
Monoceratina bicuspidata	-1,0	0,2	30,2	-	-	-	-1,0	-1,0	29,0	

Табл. 1. Значения $\delta^{13}C$ и $\delta^{18}O$ в ‰ в раковинах остракод



Рис. 1. Соотношение изотопного состава углерода и кислорода в раковинах остракод: 1 – *Cytherella* spp., 2 – *P. rara*, 3 – *Protocythere* sp., 4 – *M. bicuspidata*.



Таблица I. Фиг. 1–3. *Cytherella ovata*: 1 – экз. № 328–М2–39, левая створка самки снаружи; 2 – экз. № 328–М1– 36, левая створка самки изнутри; 3 – экз. № 328–М1–32, правая створка самца снаружи. Фиг. 4–6. *Cytherella exquisita*: 4 – экз. № 328–М1–9, целая раковина самки слева; 5 – экз. № 328–П1–14, правая створка самки снаружи; 6 – экз. № 328–М2–15, правая створка самца снаружи. Фиг. 7–9. *Cytherella dilatata*: 7 – экз. № 328–М1–11, левая створка снаружи; 8 – экз. № 328–М1–12, левая створка изнутри; 9 – экз. № 328–М1–10, правая створка снаружи. Фиг. 10–12. *Pontocyprella rara*: 10 – экз. № 328–П1–48, левая створка снаружи; 11 – экз. № 328–М3–25, левая створка изнутри; 12 – экз. № 328–П1–51, правая створка снаружи. Фиг. 13–15. *Monoceratina bicuspidata*: 13 – экз. № 328–М1–18, левая створка снаружи; 14 – экз. № 328–П1–80, левая створка изнутри; 15 – экз. № 328–П1–71, правая створка снаружи. Фиг. 16–18. *Protocythere* sp.: 16 – экз. № 4802–3Б-1–101, целая раковина самки справа; 17 – экз. № 4802–В-3-3–148, правая створка самца изнутри; 18 – экз. № 4802–КК–042, левая створка самки снаружи

Таким образом, в ходе исследования выяснилось, что значения δ^{13} С у трех видов рода *Cytherella* одинаковые, в пределах погрешности прибора, то есть эти виды могут отбираться совместно для изотопных исследований по углероду. Кроме того, выяснилось, что в одном образце значения по углероду разных видов могут отличаться на 4,5‰, что говорит о том, что измерение валовых образцов не рекомендуется. Разумеется, три образца не могут считаться презентабельной выборкой для однозначных выводов, но они демонстрируют потенциал этого метода и необходимость продолжать его, как в плане наращивания количества образцов, так и увеличения видового и родового разнообразия в этих исследованиях.

Исследования проведены в соответствии с планами научно – исследовательской работы ГИН РАН (КМС – тема №0135-2018-0036, ПБГ, ПОЛ – тема №0135-2016-0017). Подготовка образцов была проведена при поддержке гранта РФФИ №16-05-00363. Аналитические данные получены при поддержке гранта РФФИ №16-05-00487.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Coplen T.B. Normalization of oxygen and hydrogen isotope data // Chem. Geol. 1988. V. 72. P. 293-297.

Grossman E.L. Stable isotopes in modern benthic foraminifera: a study of vital effect // J. Foraminiferal Res.. 1987. V. 17, N 1. P. 48–61.

Kroopnick P.M. The distribution of 13C of Σ C02 in the world oceans // Deep-Sea Res. 1985. V. 32, N 1. P. 57–84.

Mackensen A., Schmiedl G., Thiele J., Damm E. Microhabitat preferences of live benthic foraminifera and stable carbon isotopes off SW Svalbard in the presence of widespread methane seepage // Mar. Micropaleontol. 2017. V. 132. P. 1–17.

Spero H.J. Opening the carbon isotope «vital effect» black box 1. Seasonal temperatures in the euphotic zone // Paleoceanography. 1989. V. 4, N 6. P. 593–601.

Spero H.J. Opening the carbon isotope «vital effect» black box 2. Quantitative model for interpreting foraminifeal carbon isotope data // Paleoceanography. 1991. V 6, N 6. P. 639–655.

Wendler I., Huber B.T., MacLeod K.G., Wendler J.E. Stable oxygen and carbon isotope systematics of exquisitely preserved Turonian foraminifera from Tanzania – Understanding isotopic signatures in fossils // Mar. Micropaleontol. 2013. V. 102. P. 1–33.

ПЕРВАЯ НАХОДКА *VESTALENULA DANIELOPOLI* (MARTENS, ROSSETTI ET FUHRMANN, 1997) (CRUSTACEA, OSTRACODA, DARWINULIDAE) В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Коновалова

Томский государственный университет, Томск, konovalova@ggf.tsu.ru

THE FIRST FINDINGS OF *VESTALENULA DANIELOPOLI* (MARTENS, ROSSETTI ET FUHRMANN, 1997) (CRUSTACEA, OSTRACODA, DARWINULIDAE) IN THE HOLOCENE PEATS OF WESTERN SIBERIA

V.A. KONOVALOVA

Tomsk State University, Tomsk

A new data about the findings of European fossil species *Vestalenula danielopoli* in the Holocene peats of Western Siberia. The age of the deposits is 8850 cal yr BP. The lowermost findings dated as Atlantic period 5750 cal yr BP, while the uppermost as Subatlantic (2200 cal yr BP). *V. danielopoli* associated with typical for shallow water and temporary basin species.

Key words: Vestalenula, Holocene, Western Siberia.

До недавнего времени постпалеозойские Darwinulidae Brady et Norman, 1889 рассматривались в составе двух родов: *Darwinula* Brady et Robertson, 1885 и *Microdarwinula* Danielopol, 1968. Интерес к Darwinulidae возобновился после таксономической ревизии (Rossetti, Martens, 1998). Россети и Мартенс описали новый род *Vestalenula* Rossetti et Martens, 1998, представитель которого обсуждается в этой статье. Кроме трех упомянутых выше родов, в семейство Darwinulidae теперь включены еще три рода: *Alicenula* Rossetti et Martens, 1998, *Penthesilenula* Rossetti et Martens, 1998 и *Isabenula* Rossetti, Pinto et Martens, 2011.

По литературным данным, представители рода *Vestalenula* известны от миоцена до настоящего времени и имеют широкое географическое распространение. Большинство известных и описанных видов Darwinulidae считаются гондванского происхождения и более распространены в Южном полушарии. В частности, *Penthesilenula* и *Vestalenula* на сегодняшний день являются наиболее специфическими родами, современные находки которых известны на юго-востоке Азии, Океании и в Западной части Тихого океана. Ископаемые виды *Vestalenula* описаны только из Европы, Западной Азии (Иран, Турция) и Африки (Судан) (Rossetti, Martens, 1998; Artheau, 2007; Ligios et al., 2009; Rossetti et al., 2011).

Вид Vestalenula danielopoli (Martens, Rossetti et Fuhrmann) был описан из голоценовых отложений на востоке Германии (Острау, Мюгель). Как и большинство Darwinulidae, виды рода Vestalenula найдены преимущественно в интерстициальных и подземных биотопах (Pinto et al., 2013).

Болотный массив «Самара» расположен на первой надпойменной террасе левого берега реки Бакчар (рис. 1). Под болотом «Самара» подразумевается открытая часть террасного болотного массива, протянувшегося на 40 км вдоль р. Бакчар до устья р. Галка, левого притока р. Бакчар. Ширина данного болотного комплекса от 0,5 до 2 км. Перпендикулярно основному руслу реки болотный массив пересекают внутриболотные ручьи. Открытая часть болота площадью около 120 га занята кустарничками, гипновыми мхами и осокой.

Торфяной разрез расположен в 200 м от края болота (56°55' с.ш., 82°30' в.д.), мощность торфа в этом месте составляет 430 см. Подстилающие отложения представлены карбонатными суглинками и глинами (Salisch et al., 2017). Отбор проб торфа с шагом в 10 см был проведен в сентябре 2010 г. сотрудниками Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН и передан автору для проведения микрофаунистических исследований. По семи образцам торфа было выполнено радиоуглеродное датирование, и рассчитан возраст торфяных слоев. Возраст образца торфа из основания торфяной залежи 8850 лет (Salisch et al., 2017).

Остракоды были обнаружены в 9 из 10 образцах торфа из интервала 380–120 см (табл. 1). Состав комплекса остракод представлен старично-пойменным палеоценозом и включает виды, характерные для голоцена юга и юго-востока Западной Сибири.

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Карта-схема местонахождения торфяного разреза

В составе палеоценоза остракод впервые были обнаружены мелкоразмерные (L=0,43-0,47 мм) раковины дарвинулид, по своим морфологическим признакам относящиеся к роду *Vestalenula* Rossetti et Martens. Отличительной морфологической особенностью раковин данного рода является наличие задне-вентрального внешнего киля на правой створке и передне-вентрального внутреннего зуба на левой створке. Длина киля и передне-вентрального зуба может быть короткой (*boteai*-группа) или удлиненной (*danielopoli*-группа). У исследованных экземпляров оказались субквадратные раковины с прямым спинным краем, удлиненным килем на правой створке и удлиненным передне-вентральным зубом на левой створке. Раковина левоперекрывающая, линия сочленения створок на вентральном крае извилистая, со спинной и брюшной стороны раковина с медиолатеральным сужением. Эти признаки соответствуют описанию вида *Vestalenula danielopoli* (Martens et al., 1997) (табл. 1).

Однако аддукторная розетка сибирских экземпляров состоит из 8–10 стигм, хотя в описании вида упоминается только 8 (Martens et al., 1997), а на изображении левой створки вида в работе Фурмана показано 9 стигм (Fuhrman, 2013; Taf. 2, fig. 2b). Как известно, число стигм может изменяться у одного вида в течение онтогенеза, а также варьировать у различных особей и может быть неодинаковым даже на створках одного рачка (Rossetti et al., 1998). Возможно, мы имеем дело именно с таким случаем и будущие находки помогут разрешить этот вопрос.

V. danielopoli встречена в палеоценозе с видами, типичными для мелководных временных водоемов (пойм и стариц) (табл. 1), в которых вода может прогреваться до температуры 20–25°С, и происходит развитие богатой растительности (Бронштейн, 1947; Коваленко, 1988; Meisch, 2000; Шорников, 2007). Первое появление вида зафиксировано на глубине 270 см (5750 л.н.). Это конец атлантического периода на территории Западной Сибири, характеризующегося гумидным и теплым климатом. Существование вида в данном биотопе

Глубина, см	120	150	200	220	270	280	350	360	380
Виды остракод	_							<u> </u>	
<i>Cypris pubera</i> O.F. Mueller, 1776	4	4	5	3	17	35	12	2	18
Cyclocypris laevis (O.F. Mueller, 1776)	20	68	27	1	112	56	100	300	57
Cyclocypris ovum (Jurine, 1820)		13	6	1			50	100	14
Pseudocandona rostrata (Brady et Norman, 1889)	26	135	67	46	46	30	170	4	
Pseudocandona marchica (Hartwig, 1899)	1	36	16	22	6	44	15	3	6
Pseudocandona sarsi (Hartwig, 1899)			8				11		
Pseudocandona sp. (juv.)	1	30	24	37	52	36	150	50	19
Candona candida (O.F. Mueller, 1776)	15	47	38	5	12	12			
Candona mulleri jacutica Pietrzeniuk, 1977						2	51	5	3
Candoninae spp.	14	85	30	14	11	300	300	100	22
Fabaeformiscandona holzkamphi (Hartwig, 1900)					2	1			
Fabaeformiscandona fabaeformis (Fischer, 1851)		2	3		2		31		
Fabaeformiscandona sp. (juv.)	1	3			4				
Cyprois marginata (Straus, 1821)	3	3	4	10	8	12			
Cypridopsis vidua (O.F. Mueller, 1776)	7	7			23	19	15		
Vestalenula danielopoli (Martens, Rossetti et Fuhrmann, 1997)	33	67	212	3	2				
Metacypris cordata Brady et Robertsn, 1870	35	12	79						
Dolerocypris fasciata (O.F. Mueller, 1776)		3	1	5	9	8			
Paralimnocythere relicta (Lilljeborg, 1863)				3	18	20			
Cypria ophtalmica (Jurine, 1820)					14	17			
Bradleystrandesia hirsuta (Fischer, 1851)						2			
Candona neglecta Sars, 1887						2			
Heterocypris salina (Brady, 1868)						35	1		
Notodromas monacha (O.F. Mueller, 1776)						56		2	

Таблица 1. Видовой состав, количество и распределение остракод по глубинам.

продолжалось до начала субатлантического периода (2200 лет назад). Каких-либо резких изменений в структуре палеоценоза за этот период не выявлено. Небольшие перестройки в сообществе остракод отражают локальные условия изменения среды в процессе формирования торфяной залежи.

По данным зарубежных исследователей распространение дарвинулид в Европе происходило во время мягких (субтропических) климатических условий, аналогичных тем, где живут современные эпи-, и гипогейные виды *Vestalenula*. Они или становились все более адаптированными к теплым и относительно стабильным биотопам, или среди дарвинулид уже существовали виды, которые колонизировали другие биотопы и адаптировались к изменяющимся условиям (Martens et al., 1997; Artheau 2007).

Первые и единственные ископаемые находки вида *V. danielopoli* зафиксированы в голоценовых отложениях Западной Европы (Германия) (Fuhrman, 2013; Pinto et al, 2013). О живых представителях есть одно сообщение из травертиновых источников Словакии (Sýkorová et al., 2016). О находках ископаемого вида *V. danielopoli* в России в опубликованной литературе не сообщается, хотя современные представители рода *Vestalenula* были обнаружены Е.И. Шорниковым на российском Дальнем Востоке (Шорников, Требухова, 2002; Шорников, 2004).

Наиболее вероятным способом появления данного вида в сибирском голоцене, по мнению автора, является расположение голоценового болотного массива «Самара» в зоне миграционных путей птиц. Так, Д. Хорне и Р. Смит отмечают, что дизъюнктивные распределе-



Таблица 1. *Vestalenula danielopoli* (Martens, Rossetti et Fuhrmann). Западная Сибирь, Томская область, болотный массив «Самара», I н.т. р. Бакчар, гл. 2 м, голоцен. Фиг. 1. Правая створка с внутренней стороны, стрелкой показан задне-вентральный киль. Фиг. 2. Левая створка с внутренней стороны, стрелкой показан передне-вентральный зуб. Фиг. 3. Раковина с правой стороны. Фиг. 4. Левая створка с внешней стороны. Фиг. 5. Вид со спинной стороны. Фиг. 6. Вид с брюшной стороны ния пресноводных остракод могут быть связаны с маршрутами миграции птиц по широким географическим диапазонам (Horne, Smith, 2004). Конечно, доказательства такого способа расселения остракод являются косвенными и нужны дополнительные исследования расселения конкретных видов на пути миграции птиц.

В современных отложениях представители рода имеют глобальное распространение, но каждый вид имеет ограниченный ареал. Находка ископаемой сибирской весталенулы является уникальной, так как расширяет наши представления о географическом распространении этого рода в голоцене в целом и экологической толерантности вида *V. danielopoli* в частности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бронштейн З.С. Фауна СССР. Ракообразные. Ostracoda пресных вод // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Нов. сер., 33. Т. II. Вып. І. М.-Л., 1947. 336 с.

Коваленко А.Л. Кандониды (Candonidae, Ostracoda) юго-запада СССР. Кишинев: Штиинца, 1988. 175 с.

Шорников Е.И. Класс Ostracoda – Ракушковые ракообразные. Гл. III. Аннотированный список биоты островов / Дальневосточный морской биосферный заповедник. Биота. Т. 2. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 458–465.

Шорников Е.И. Современные и ископаемые (четвертичные) остракоды бассейнов высокогорных озер Тянь-Шаня Сонкуль и Чатыркуль / Климат, ледники и озера Тянь-Шаня: путешествие в прошлое. Бишкек: Илим, 2007. С. 110–140.

Шорников Е.И., Требухова Ю.А. Пресноводные и солоноватоводные остракоды юго-западного побережья залива Петра Великого / Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. Т. 3. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 60–87.

Artheau M. Geographical review of the ostracod genus *Vestalenula* (Darwinulidae) and a new subterranean species from southern France // Invertebrate Systematics. 2007. V. 21. P. 471–486.

Fuhrmann R. Atlas quartarer und rezenter Ostrakoden Mitteldeutschlands (Atlas of Quaternary and recent ostracods of central Germany) // Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen. Heft 15. 2012. 320 p.

Horne D.J., Smith R.J. First British record of *Potamocypris humilis* (Sars, 1924), a freshwater ostracod with a disjunct distribution in Europe and southern Africa // Boll. Soc. Paleontol. Italiana. 2004. V. 43. P. 297–306.

Ligios S., Minati K., Gliozzi E., Krstic N. Occurrence of *Vestalenula* (Darwinuloidea, Ostracoda) in the Neogene of Italy, Crete and Serbia, with the description of three new species // J. Micropalaeontol. 2009. V. 28. P. 99–115.

Martens K., Rossetti G., Fuhrmann R. Pleistocene and Recent species of the family Darwinulidae Brady & Norman, 1889 (Crustacea, Ostracoda) in Europe // Hydrobiologia. 1997. V. 357. P. 99–116.

Meisch C. Freshwater Ostracoda from Western and Central Europe // Subwasserfauna von Mitteleupora 8/3 / Eds. J. Schwoerbel, P. Zwick. Heidelberg: Spektrum Akad. Verlag, 2000. 522 p.

Pinto R.L., Rocha C.E.F., Rossetti G., Martens K. Contribution to the knowledge of the genus *Vestalenula* Rossetti et Martens, 1998 (Crustacea, Ostracoda, Darwinulidae), with the description of a new species, *V. carinata* n. sp., from the island of Florianópolis, Brazil // Zootaxa. 2013. V. 3666, N 1. P. 62–72.

Rossetti G., Eagar SH., Martens K. On two new species of the genus *Darwinula* (Crustacea, Ostracoda) from New Zealand // Italian J. Zool. 1998. V. 65. P. 325–332.

Rossetti G., Martens K. Taxonomic revision of the Recent and Holocene representatives of the Family Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda), with a description of three new genera // Bulletin van het Koninklijk Belgisch Institut voor Natuurwetenschappen. Biologie. 1998. V. 68. P. 55–110.

Rossetti G., Pinto R.L., Martens K. Description of a new genus and two new species of Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda), from Christmas Island (Indian Ocean) with some considerations on the morphological evolution of ancient asexuals // Belgian J. Zool. 2011. V. 141, N 2. P. 55–74.

Salisch L.V., Egorova M.L., Kurina I.V. et al. Subfossil oribatid mites in the peat deposits of the eutrophic mire: southern taiga of Western Siberia // Acarina. 2017. V. 25, N 2. P. 167–175.

Sýkorová M., Pipík R., Lánczos T. et al. Ostracods as a tool for the interpretation of travertine fossils environment // Abstract Book & Excursion Guide «Lost Worlds of the Stone Age in Travertine» (Eds. Martin Sabol and Ondrej Žaár). Bratislava, 2016. P. 29.

ЗОНАЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ ПО ОСТРАКОДАМ ПАЛЕОЦЕНА И ЭОЦЕНА КРЫМСКО-КАВКАЗСКОЙ ОБЛАСТИ

И.А. Николаева

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург, Irina_Nikolaeva@vsegei.ru

ZONAL SUBDIVISION OF PALEOCENE AND EOCENE ON OSTRACODS IN CRIMEAN-CAUCASUS REGION

I.A. NIKOLAEVA

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI), St. Petersburg

The characteristic of the zonal ostracods division of Paleocene and Eocene deposits of North Caucasus and Crimea is given, and the ratio with the zonal standard for foraminifers and nannoplankton adopted in Russia is based on the personal collections of the author. Collection of material on the sections of the river Heu and Kuban and the Bakh-chisaray reference wells was carried out simultaneously with other specialists in various groups of microfauna. The characteristics of the deep-water and shallow-water ostracod fauna are given.

Key words: Ostracoda, Paleocene, Eocene, Crimean-Caucasus region.

В соответствии с экологическими особенностями группы в остракодовых комплексах различаются два типа ассоциаций морских остракод: мелководные и глубоководные. В палеогеновых отложениях большей части области Северного Пери-Тетиса распространены шельфовые ассоциации остракод. К глубоководному типу относятся ассоциации остракод батиальной зоны и более значительных глубин. Наиболее устойчивой областью обитания глубоководных остракод в палеогене являлся Северный Кавказ, в том числе Северо-Восточный Кавказ (рис. 1, 2, разрез по р. Хеу) (Остракоды кайнозоя, 1989). К мелководному, более распространенному типу, относятся остракоды эпинеритовой зоны. Основное внимание исследователей было направлено на изучение остракод шельфового типа из различных областей Восточно-Европейской платформы, где ведущее место по палеонтологической охарактеризованности палеогена принадлежит области Северного Причерноморья и Крыма. Вопрос о зональном и биостратиграфическом применении остракод детально разобран в работах: И.А. Николаевой (1979), Остракоды кайнозоя (1989) и справочниках (Зональная стратиграфия ..., 1991, 2006). Сопоставление остракодовых зон по материалам Северного Кавказа и Бахчисарайских опорных скважин приведены на рис. 3.

Долгое время основными признаками глубоководных остракод считались тонкостенность раковины и отсутствие скульптуры. Работами Р. Бенсона (Benson, 1972, 1984), изучавшего современные и ископаемые остракоды Мирового Океана, установлено существование экологически специализированного типа глубоководной фауны остракод с определенным, довольно ограниченным набором таксонов.

Обязательными компонентами глубоководной фауны являются эврибионтные представители гладкостенных групп из родов Argilloecia Sars, Abyssocypris Van den Bold, Bairdia Mc Coy, Bythocypris Brady, Cytherella Jones, Krithe Brady, Crosskey et Robertson. Однако облик глубоководной фауны определяют специализированные группы трахилеберидоидей с раковиной, сильно укрепленной ретикуляцией, без глазного устройства, что связано с адаптацией к условиям батиали, т.е. глубинам, расположенным ниже световой зоны (Benson, 1972, 1984). Исключение составляет эврибатиальный род *Oertliella* Pokorny, снабженный глазным бугорком. При этом представители этого рода в заметном количестве присутствуют в датских-зеландских образованиях Центрального Предкавказья и в значительно меньших количествах – в одновозрастных отложениях (как показал сравнительный анализ комплексов остракод) более глубоководной области Восточного Кавказа. Род Oertliella существует от турона до раннего палеогена и отмечается различными авторами в Тетической и Северо – Атлантической областях. Вместе с переходной формой – родом *Paragrenocythere* Al-Furaih он является предковой группой рода Agrenocythere Benson. В течение палеоцена и первой половины среднего эоцена родовой состав остракод Северокавказского бассейна изменялся мало. В видовом отношении фауна достаточно эндемична.



Рис. 1. Распространение остракод в палеоценовых отложениях в разрезе по р. Хеу (по Остракоды кайнозоя, 1989)

Ассоциации остракод палеоцена-среднего эоцена составляют 25–30 видов, в которых процент космополитов или видов широкого географического распространения составляет не более 20%. Для Северокавказского региона создана база данных по зональным комплексам и зональным подразделениям по остракодам. Установлено присутствие или выделены следующие биостратиграфические подразделения. Из более глубоководной области Севро-Восточного Кавказа (разрез по р. Хеу, рис. 1, 2), в датском ярусе после небольшого перерыва выделются 3 зоны: Paleoabyssocythere clivosa – Bairdia dentiferosa, Phacorhabdotus squamosus и Oertliella alveoloalata, в зеландии одна – Cytheropteron trinidadensis – Doricythereis artschmanensis. Отложения танетского яруса и пограничные с ипрским ярусом (время РТЕМ) почти не содежат остракод. В ипре выделяются 6 зон: Oertliella ducassae, Trachyleberidea prestwichiana – Krithe faceta, Paragrenocythere antiquata, Bairdia longula, Cytherella uraea, Agrenocythere immermorata, и в лютете – Phacorhabdotus breviplicatus. Бартонское время, к которому относится в области Северный Пери-Тетис кумский горизонт, в связи с широким распространением аноксидных условий, было неблагоприятным для существования



Рис. 2. Распределение остракод в отложениях ипрского-лютетского ярусов в разрезе по р. Хеу (по Остракоды кайнозоя, 1989)

остракод. В приабонское время на Северном Кавказе сохранился глубоководный тип фауны остракод. Однако эти ассоциации остракод отличаются от палеоценовых и раннеэоценовых значительным численным обеднением и сокращением таксономического разнообразия. В зональных комплексах присутствует вид *Trachyleberidea posteroacuta* Lienenklaus.

По данным автора (рис. 3), основные рубежи развития фауны остракод на Северном Кавказе (Кубанский разрез) совпадают с аналогичными рубежами на Северо-Восточном Кавказе; в том числе, и неблагоприятные условия для существования остракод в танетское и бартонское время. Зональные комплексы несколько отличаются, но границы зон сопоставимы.

В Крымской области остракоды представлены мелководными комплексами. Помимо фациальной принадлежности, Бахчисарайский разрез имеет свои региональные особенности: перерыв в отложениях в начале датского и ипрского времени и перерыв в отложениях в зеландское время. Датский и танетский ярусы представлены достаточно многочисленными разнообразными комплексами. В верхней части датского яруса выделяются 2 зоны: Echinocythereis subulosa и Opimocythe pustulosa – Krithe montensis. Зеландскому ярусу соответству-

осш		Зональный ста в России стратигра с допол	ндарт,принятый (Зональная фия, 2006 нениями)	зоны по остракодам			
Отдел	Apyc	Планктонные фораминиферы	Наннопланктон	разрез по р. Хеу	Кубанский разрез	Крым Бахчисарайский разрез	
	Приабонский	Globigerina tropicalis	Coccolithus subdistichus Sphenolithus pseudoradians- Isthmolithus recurvus Ch. aamaruensis	Trachyleberidea posteroacuta- Cytherella retrorsa	Trachyleberidea posteroacuta- Cytherella retrorsa	Trachyleberidea posteroacuta- Hazelina nedlitzensis	
	артонский	Subbotina turcmenica	Discoaster saipanensis	не выделяются	не выделяются	не выделяются Phacorhabdotus breviplicatus Agrenocythere immermorata	
Н	ш 	Hantkenina alabamensis	Discoaster bifax				
оце	тетский	Acarinina rotundimarginata	Nannotetrina	Phacorhabdotus	Phacorhabdotus		
(1)	Лю	Acarinina bullbrooki	Rhabdosphaera inflata	breviplicatus	breviplicatus		
		Morozovella caucasica	Discoaster kuepperi Discoaster lodoensis	Agrenocythere immermorata	Agrenocythere immermorata	не выделяются	
	Ипрский	Morozovella aragonensis Morozovella	Tribrachiatus orthostylus	Cytherella uraea Bairdia longula	Bairdia longula- Krithe faceta	Quadracythere mcropora	
		marginodentata Morozovella subbotinae	Discoaster binodosus Tribrachiatus contortus Campylosphaera eodela	Trachyleberidea prestwichiana Oertliella ducassae	Trachyleberidea prestwichiana	Pokorniella venticosa- K Echinocythereis aragonensi	
цен	етский	Acarinina acarinata Acarinina subsphaerica	Chiasmolithus bidens Heliolithus riedelii	не выделяются	не выделяются	Schuleridea perforata Paracytheretta reticosa Echinocythereis isabenana-Krithe parallela	
1 e 0	жий Тан	Igorina djanensis	D. gemmeus Heliolithus kleipellii Fasciculithus	Cuthanantanan trinidadansia.	Cutherent minida danai	Hermanites porosa-Pterygocythereis tuberculata	
цаП	Зеландо	conocotruncata Morozovella angulata	tympaniformis Ellipsolithus	Doricytheris artschmanensis	Doricytheris artschmanensis		
	атский	Praemurica inconstans Globocanusa daubiergensis	Praemurica inconstans macellus Globocanusa Chiasmolithus dauhieraensis		Bythocypris bella Paleoabyssocythere clivosa-	Opimocythere pustulosa-Krithe montensis Echinocythereis subulosa	
		Eoglobigerina taurica	Cr. tenuis ····· Markalius asroporus		Bairdia dentiferosa Golcocythere posteggeri	не выделяются	
Be	рхни	ій мел, Маастрихт		Cythereis nuda	Cythereis nuda	Limburgina ornatoidella	

Рис. 3. Предлагаемая схема сопоставления зонального стандарта по фораминиферам и наннопланктону с зональными подразделениями по остракодам палеоцена и эоцена в Крымско-Кавказской области (настоящая работа)
ет перерыв в отложениях. Танетский ярус насыщен остракодами. Здесь выделяются 3 зоны Hermanites porosa – Pterygocythereis tuberculata, Echinocythereis isabenana – Krithe parallela, Schuleridea perforata – Paracytheretta reticosa. Зоны ипрского яруса: Pokornyella ventricosa – Echinocythereis aragonensis, Quadracythere macropora. Облик шельфовой фауны определяет присутствие рода *Echinocythereis*. Часть лютетского и верхи ипрского ярусов в крымском разрезе представлены нуммулитовыми известняками, не содержащими остракод, и граница со следующей зоной условна. Поэтому в лютетское время зоне Phacorhabdotus breviplicatus Кавказского региона соответствует зона Phacorhabdotus breviplicatus – Agrenocythere immermorata Крыма. В бартонское и приабонское время фактически существовал один Крымско-Кавказский бассейн.

СПИСОК ЛТЕРАТУРЫ

Зональная стратиграфия фанерозоя России / Т.Н. Корень (ред.). СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 256 с.

Зональная стратиграфия фанерозоя СССР (справочное пособие) / Т.Н. Корень (ред.). М: Недра, 1991. 160 с.

Николаева И.А. Распространение остракод в бахчисарайском разрезе палеогена Крыма // Proceed. VII Intern. Symp. on Ostracods. Serbian Geol. Soc. Belgrade. 1979. Р. 145–149.

Остракоды кайнозоя. Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. З. Л: Недра, 1989. 235 с.

Benson R.H. The *Bradleya* problem, with descriptions of two new psychrospheric Ostracode genera, *Argenocy-there* and *Poseidonamicus* (Ostracoda: Crustacea) // Smith. Contribs. Paleobiol. 1972. N 12. 138 p.

Benson R. Estimating greater paleodephs with Ostracodes, especially in past termosphairic oceans // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1984. V. 48, N 1. P. 107–141.

БЕРРИАС-ВАЛАНЖИНСКИЕ ОСТРАКОДЫ ВОСТОЧНОГО КРЫМА

Ю.Н. Савельева

АО «Геологоразведка», Санкт-Петербург, Julia-savelieva7@mail.ru

BERRIASIAN-VALANGINIAN OSTRACODS OF THE EASTERN CRIMEA

J.N. SAVELIEVA

Joint Stock Company "Geologorazvedka", Saint-Petersburg

Ostracods from the Berriasian-Valanginian sections in the Feodosiya region of the Eastern Crimea were studied. Taxonomic, quantitative and paleoecological analyzes were carried out. The ostracod associations lived in conditions of warm water, normally saline, relatively deep (sublittoral), with a calm hydrodynamic regime of the basin and with slight fluctuations in the position of the ancient shoreline.

Key words: ostracods, Berriasian, Valanginian, eastern Crimea.

Непрерывная последовательность берриас – валанжинских отложений установлена в двух разрезах Феодосийского района Восточного Крыма. Разрез «Заводская балка» вскрыт карьером по добыче глин на северной окраине г. Феодосия. Разрез «Коклюк» расположен в оврагах на склоне горы Коклюк у с. Наниково. В 2009-2015 гг. геологи АО Геологоразведка и Санкт-Петербургского и Саратовского университетов провели детальное био- и магнитостратиграфическое изучение обоих разрезов, в том числе и микропалеонтологические исследования (Arkadiev et al., 2017; Savelieva et al., 2017 и др.).

Остракоды встречены практически во всех образцах (за исключением двух в низах разреза «Коклюк»). На рис.1 и 2 приведено распространение основных видов остракод в разрезах «Коклюк» и «Заводская балка» (публикуются впервые). На фототаблице изображены некоторые встреченные остракоды. Всего определено более 80 видов 29 родов, среди них много новых форм. В обоих разрезах изученный комплекс близок к комплексу остракод слоев с Robsoniella obovata, Robsoniella longa, установленному ранее в разрезах «Заводская балка» (Аркадьев и др., 2012, 2015). Однако в новых разрезах комплекс таксономически более разнообразный и по числу экземпляров более многочисленный, особенно в верхней части разреза «Коклюк». Это позволило расширить характеристику слоев. Среди гладких форм доминируют представители родов Robsoniella Kuznetsova и Bairdia M'Coy, среди скульптированных – Eucytherura G. Mueller, много Loxoella Kuznetsova и Cytheropteron Sars. Наиболее характерные виды комплекса: Robsoniella longa Kuzn., R. obovata Kuzn., R. minima Kuzn., Sigillium procerum Kuzn., Bairdia sp.1, B. menneri Tesakova et Rachenskaya, B. ex gr. luminosa Kuzn., Paracypris caerulea Neale, Loxoella variealveolata Kuzn., Eucytherura ardescae Donze, E. soror Pokorny, E. paula (Lubimova), E. trinodosa Pok., Hemicytherura moorei Neale, Acrocythere alexandrae Neale et Kolpenskaya, Procytherura? baculumbajula (Mandelstam). Большинство видов известно ранее из нижнемеловых отложений: берриаса – апта Крыма и Кавказа (Аркадьев и др., 2012 и др.), берриаса – нижнего валанжина Средней Азии, Англии, Франции и Германии (Donze, 1964; Neale, 1962, 1967 и др.). Для изученного комплекса характерны представители родов Robsoniella, Sigillium Kuznetsova, разнообразные и многочисленные Bairdia. В верхах разреза «Коклюк» впервые для Крыма встречен вид H. moorei, описанный из стратотипа берриаса (Neale, 1967), позднее установленный в нижнем валанжине Центральной Польши (Kubiatowicz, 1983) и в берриасе – валанжине Франции (верхи зоны grandis – зона otopeta) (Babinot et al., 1985). Изученный комплекс имеет наибольшее сходство с комплексами остракод из титонской (?) формации Клентниц Чехии (Pokorny, 1973), из берриаса - нижнего валанжина Франции (Neale, 1967; Babinot et al., 1985 и др.); из берриаса Северного Кавказа (Колпенская, 2000).

При исследовании остракод проведены количественный, тафономический и палеоэкологический анализы. Полученные обобщенные данные по новым и ранее изученным разрезам берриаса – валанжина Восточного Крыма (мыс Святого Ильи, Заводская балка, Коклюк) позволили выделить четыре сообщества остракод, и дать их краткую характеристику (Савельева, 2017). Изменение структуры сообществ отражает, прежде всего, колебания глуби-

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Распространение основных видов остракод в разрезе «Коклюк». • 2 – присутствие остракод в образце и количество экземпляров





ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Фототаблица. Рак. – раковина; лс – левая створка; пс – правая створка; ЗБ – «Заводская балка». Фиг. 1. *Cytherella krimensis* Neale, пс, «Коклюк», экз. № 3030-18. Фиг. 2. *Cytherella turgida* Donze, лс, «Коклюк», экз. № 3030-18. Фиг. 3. *Robsoniella longa* Kuznetsova, рак., «Коклюк», экз. № 3030-37. Фиг. 4. *R. obovata* Kuznetsova, рак., «Коклюк», экз. № 3030-37. Фиг. 4. *R. obovata* Kuznetsova, рак., «Коклюк», экз. № 3030-31. Фиг. 5. *R. minima* Kuznetsova, рак., «Коклюк», экз. № 3030-70. Фиг. 6. *Sigillium procerum* Kuznetsova, рак., «Коклюк», экз. № 3030-20. Фиг. 6. *Sigillium procerum* Kuznetsova, рак., «Коклюк», экз. № 3030-20. Фиг. 6. *Sigillium procerum* Kuznetsova, рак., «Коклюк», экз. № 3030-20. Фиг. 10. *Cypridea* sp., рак., «ЗБ», экз. № 3058-26. Фиг. 11, 12. *Eucytherura soror* Pokorny: 11 – пс, 12 – лс, «Коклюк», экз. № 3030-12. Фиг. 13. *Hemicytherura moorei* Neale, лс, «ЗБ», экз. № 3058-51. Фиг. 14. *Loxoconcha*? sp., пс, «ЗБ», экз. № 3058-26. Фиг. 15. *Procytheropteron*? sp., пс, «ЗБ», экз. № 3058-26. Фиг. 16. *Loxoella variealveolata* Kuznetsova, 1956, пс, «Коклюк», экз. № 3030-28. Фиг. 17. *Neocythere pyrena* Tesakova et Rachenskaya, пс, «ЗБ», экз. № 3058-48. Фиг. 18. *Acrocythere alexandrae* Neale et Kolpenskaya, лс, «Коклюк», экз. № 3030-28.

ны бассейна и положения береговой линии. Для разреза «Коклюк» выводы об условиях, существовавших в палеобассейне в конце берриаса – начале валанжина, основывались не только на известных экологических предпочтениях родов остракод, но и на количественных соотношениях наземных и морских палиноморф (Савельева, Шурекова, 2017). В результате получены дополнительные подтверждения, что формирование верхнеберриасских-нижневаланжинских отложений Восточного Крыма происходило в условиях тепловодного, нормально соленого, относительно глубоководного (сублитораль), со спокойным гидродинамическим режимом бассейна и с небольшими колебаниями положения древней береговой линии. Сохранность раковин остракод в основном хорошая, отсутствует размерная дифференциация и нередко совместно встречены взрослые и личиночные экземпляры, что указывает на их автохтонное захоронение и на спокойные обстановки со слабой сортировкой субстрата и низкой придонной гидродинамикой. Основу остракодового комплекса составляют гладкостенные эврибионтные (в том числе, и обязательные компоненты глубоководной фауны) формы нормально-морских бассейнов, доминируют представители рода Bairdia. Субдоминирующим является *Robsoniella*, в меньшем количестве здесь присутствуют *Para*cypris Sars, Pontocypris Sars, Pontocyprella Mandelstam. Крайне мало Cytherella Jones, за исключением нижней части разреза «Коклюк», где они занимают доминирующее положение. Среди скульптированных форм преобладают эврибатиальные тонкостенные *Eucytherura* (в основном занимающие доминирующее или субдоминирующее положение). Много Loxoella, особенно в верхней части «Коклюка». Небольшое количество родов предпочитающих мелководье: Neocythere Mertens, Hechticythere Gruendel, Costacythere Gruendel, Schuleridea Swartz et Swain (Savelieva, 2014). Кроме того, присутствуют единичные (1-6 экз.) представители солоноватоводного и пресноводного рода *Cypridea* Bosquet. Также встречены *Cytherelloidea* Alexander – род-индикатор мелководья тропиков и субтропиков (Sohn, 1964), в основном, в небольшом количестве, кроме верхней части разреза «Коклюк».

Таким образом, изучение остракод из двух новых разрезов расширило характеристику ранее выделенных слоев с *Robsoniella obovata, Robsoniella longa*. Полученный представительный материал дополнил имеющиеся данные, что позволило провести более детальный палеоэкологический анализ для берриас – нижневаланжинских отложений Восточного Крыма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аркадьев В.В., Богданова Т.Н., Гужиков А.Ю. и др. Берриас Горного Крыма. СПб.: ЛЕМА, 2012. 472 с.

Аркадьев В.В., Гужиков А.Ю., Савельева Ю.Н. и др. Новые данные по био- и магнитостратиграфии разреза верхнего берриаса «Заводская балка» (Восточный Крым, Феодосия) // Вестн. СПбГУ. 2015. Сер. 7. Вып. 4. С. 4–36.

Савельева Ю.Н. Палеоэкологический анализ берриас-валанжинсктх остракод Восточного Крыма // Полевые практики в системе Высшего образования. Мат-лы 5-ой Всероссийской конференции. 31 августа – 9 сентября 2017 г. Республика Крым / ред. В. В. Аркадьев. СПб.: ВВМ, 2017. С. 173–175.

Савельева Ю.Н., Шурекова О.В. Условия формирования берриас-валанжинских отложений Восточного Крыма на основе изучения остракод и палиноморф // Геология и биоразнообразие Тетиса и Восточного Паратетиса Всероссийская научно-практическая конференция. 23–26 июля 2017 г. Горячий Ключ / отв. ред. С.В. Попов. Горячий ключ, 2017. С. 78–80.

Arkadiev V.V., Grishchenko V.A., Guzhikov A.Y. et al. Ammonites and magnetostratigraphy of the Berriasian – Valanginian boundary deposits from eastern Crimea // Geologica Carpathica. 2017. V. 68, N 6. P. 505–516.

Babinot J.-F., Damotte R., Donze P. et al. Crétacé inférieur // Atlas des Ostracodes de France / Ed. H.J. Oertli. Bull. Centre rech. explor-prod. Elf.-Aquit. Mem. 1985.V. 9. P. 163–209.

Donze P. Especes nouvelles d'Ostracodes des couches de base du Valanginien de Berrias // Trav. Lab. Geol. Fac. Sc. Lyon. NS. 1965. V. 12. P. 87–107.

Kubiatowicz W. Upper Jurassic and Neocomian ostracodes from Central Poland // Acta Geol. Polonica. 1983. V. 33, N 1-4. P. 1–72.

Neale J.W. Ostracoda from the Speeton Clay (Lower Cretaceous) of Yorkshire // Micropaleontology. 1962. V. 8, N 4. P. 425–484.

Neale J.W. Ostracodes from the type Berriasian (Cretaceous) of Berrias (Ardèche, France) and their significance // Univ. Kansas. Depart. Geology. Spec. Publ. 1967. V. 2. P. 539–569.

Pokorny V. The Ostracoda of the Klentnice Formation (Tithonian?) Czechoslovakia // Rozp. Ustred. ust. geol. 1973. Roc. 40. P. 1–107.

Savelieva J.N. Paleoecological analysis of Berriasian ostracods of the Central Crimea // Volumina Jurassica. 2014. V. 12, N 1. P. 163–174.

Savelieva Y.N., Shurekova O.V., Feodorova A.A. et al. Microbiostratigraphy of the Berriasian – Valanginian boundary in eastern Crimea: foraminifers, ostracods, organic-walled dinoflagellate cysts // Geologica Carpathica. 2017. V. 68, N 6. P. 517–529.

Sohn I. G. The ostracode genus *Cytherelliodea*, a possible indicator of paleotemperature // Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli. 1964. V. 33. P. 529–534.

МОРФОЛОГИЯ РАКОВИНЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВ EDITIIDAE KNUPFER, 1967 И ADEDITIIDAE GRAMM, 1992 (OSTRACODA)

Д.Б. Соболев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, dbsobolev@rambler.ru

SHELL MORPHOLOGY OF FAMILIES EDITIIDAE KNUPFER, 1967 AND ADEDITIIDAE GRAMM, 1992 (OSTRACODA)

D.B. Sobol ev

Institute of Geology, Komi Science Center, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

Morphological features of families of ostracods Editiidae Knupfer, 1967 and Adeditiidae Gramm, 1992 are considered. Three new genus in the family of ostracods Editiidae and two new genus in the family of ostracods Adeditiidae are identified.

Key words: ostracods, morphology, new genus.

Представители семейств Editiidae Knupfer, 1967 и Adeditiidae Gramm, 1992 немногочисленны. В составе семейства Editiidae известны три рода: *Editia* Braer, 1952, *Proeditia* Buschmina, 1979 и *Editiella* Olempska, 1998. По мнению автора к этому семейству можно также отнести род *Maciolatus* Gorak, 1964, описанный С.В. Горак (1964) из отложений нижнего намюра Днепрово-Донецкой впадины. В составе семейства Adeditiidae описан только один род *Adeditia* Gramm et Egorov, 1986.

Представители семейства Editiidae, как правило, имеют аддукторную ямку или площадку и глазной бугорок, расположенный вблизи переднего кардинального угла. Поверхность раковин сетчатая. Морфологические элементы разнообразны и представлены окаймляющим ребром, спинным ребром, передним и задним ребрами, а также рядом дополнительных ребер различной конфигурации и ориентировки. Помимо этого, у ряда таксонов установлены латеральные шипы или крыловидные уплощения, образованные за счет срастания заднего и переднего ребра с передней частью окаймляющего ребра. Морфологические особенности представителей этого семейства позволяют разделить их на семь групп с устойчивыми сочетаниями признаков (рис. 1). В свою очередь, повторяемость этих признаков и существенные различия между выделенными группами позволяют считать их родовыми.

І группа имеет частичное или полное смыкание переднего ребра с окаймляющим ребром в брюшной области. Дополнительные ребрышки могут присутствовать как вдоль окаймляющего ребра на обоих концах раковины, так и в центральной области раковины. У всех представителей этой группы установлен глазной бугорок. Представители группы: тип рода *Editia elegantis* Brayer, *E. zaninae* Gramm et Egorov, *E. tulensis* Samoilova et Smirnova, *E. kiselensis* (Posner), *E. albertensis* Green, *E. braery* Green, *E. germanica* Knupfer.

ІІ группа характеризуется смыканием заднего ребра с окаймляющим ребром в брюшной области, где образует крыловидный выступ. Переднее ребро имеет частичное или полное смыкание с задним ребром вблизи брюшного края. Дополнительные поперечные ребра могут присутствовать между передним и задним ребрами. Небольшой глазной бугорок установлен только у одного таксона *Proeditia* sp. 2. К представителям этой группы относятся тип рода *Proeditia cristata* Bushmina, *Pr.* sp. 1 и *Pr.* sp. 2.

Ш группа имеет латеральный шип, образованный передним, задним и окаймляющим ребрами в брюшной или заднебрюшной области. Дополнительные, преимущественно, дихотомически сочлененные ребра присутствуют в центральной и центрально-передней области сворки. Глазной бугорок не установлен. В эту группу входят *Editia gladenbachi* Blumenstengel и *Proeditia auriculatus* Sobolev.

IV группа имеет четкое окаймляющее ребро и ряд поперечных незамкнутых ребер, отходящих от спинного края и затухающих вблизи брюшного края. Глазной бугорок не установлен. К этой группе относится тип рода *Maciolatus strigosus* Gorak.

Представители V группы имеют заднее ребро, переходящее в спинное. Переднее ребро редуцировано или отсутствует. Могут присутствовать дополнительные тонкие продольные

ребрышки. Окаймляющее ребро слабо выражено. Глазной бугорок не установлен. К этой группе относится тип рода *Editella dawubaensis* Olempska и *E. glyptopleuraformis* Sobolev.

VI группа имеет передние и задние ребра стремящиеся к смыканию в центрально-брюшной области и не сближающиеся с окаймляющим ребром. Дополнительные ребрышки, образованные стенками ячеек, могут присутствовать вдоль окаймляющего ребра на обоих концах раковины. Глазной бугорок отчетливый и установлен у всех представителей этой группы: *Editia tichtensis* Buschmina, *E. samoilovae* Gramm et Egorov, *E. schweyeri* Gramm et Egorov и *E.* sp. (Практическое..., 1990).

Представители VII группы имеют замкнутое переднее и заднее ребра (полукольцевидное) или полузамкнутые в центрально-бюшной области. Дополнительные, преимущественно, дихотомически сочлененные ребрышки могут присутствовать в центральной области между передним и задним ребрами, иногда образуя продольные перемычки (подобно представителям рода *Adeditia*). Глазной бугорок не всегда проявлен. К этой группе относятся: *Editia hieroglyphica* Robinson, *Proeditia furcata* Sobolev, *E*.? sp. и *E*. sp. 1 (Kulagina et al., 2014).

Представители семейства Adeditiidae отличаются от семейства Editiidae присутствием трубковидного каудального отростка и строением отпечатка аддуктора (Грамм, Егоров, 1986; Грамм, 1992). Помимо переднего и заднего полукольцевидного (с перемычкой) ребра, а также спинного ребра могут присутствовать заднеспинные и переднеспинные шипы (рис. 2). Окаймляющее ребро в задне-брюшной части раковины может иметь шип или крыловидное уплощение. Наиболее ранние представители этого семейства обладали сглаженным окаймляющим ребром и адвентральным вздутием, соединяющим переднюю и заднюю лопасти (аналог полукольцевидного переднего и заднего ребра). Морфологические особенности представителей этого семейства позволяют разделить их на три группы (рис. 2).

І группа имеет смыкание переднего и заднего полукольцевидного ребра (с перемычкой) в центрально-брюшной области. Заднее ребро, переходя в спинное ребро, может оканчиваться небольшим спинным шипом оттянутым назад. Окаймляющее ребро в задне-брюшной части раковины может иметь шип или крыловидное уплощение. В состав этой группы помимо типа рода *Adeditia jugata* Gramm et Egorov мы включаем *Amphissites ? spinosus* Posner и *Editia* sp. 3 (Kulagina et al., 2014).

II группа имеет смыкание переднего и заднего полукольцевидного ребра в центральнобрюшной области без дополнительной перемычки. Заднее и переднее ребро у спинного края оканчивается крупными спинными шипами оттянутыми назад. Окаймляющее ребро в задне-брюшной части раковины имеет шип. В состав этой группы входит один таксон *Editia* sp. 2 (Стратотипические..., 2001; Kulagina et al., 2014).

III группа имеет переднюю и заднюю лопасти (аналог переднего и заднего ребра), соединенные адвентральным вздутием. Эти лопасти оканчиваются у спинного края крупными спинными шипами. Окаймляющее ребро сглажено, без шипа или крыловидного уплощения. В состав этой группы входит один новый таксон Gen. et sp. n.

Таким образом, в составе семейства Editiidae по отличительным морфологическим признакам групп III, VI и VII следует выделять три новых рода, а в составе семейства Adeditiidae признаки групп II и III позволяют нам выделить два новых рода.



Рис. 1. Морфологические особенности представителей семейства Editiidae Knupfer, 1967. Inv. – изображение инвертировано



Рис. 1 (продолжение). Морфологические особенности представителей семейства Editiidae Knupfer, 1967



Рис. 2. Морфологические особенности представителей семейства Adeditiidae Gramm, 1992. * – изображение было предоставлено Е.И. Шорниковым как рабочий материал и по его устному сообщению этот таксон является gen. et sp. nov. Описание этого рода не проводилось. Однако изображение сходного таксона *Editia* sp. 2 имеется в ряде работ Н.Н. Кочетовой (Кулагина и др., 2001, табл. 11, фиг. 14; Kulagina et al., 2014, figs. 11: 8, 9). Несомненно, что это один и тот же вид нового рода

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бушмина Л.С. Верхнедевонские остракоды Центрального Приколымья // XIV Тихоокеанский научный конгресс. Путеводитель научной экскурсии по туру IX. Биостратиграфия и фауна пограничных отложений девона и карбона. Прил. 5. Магадан: Магаданское книжное издательство, 1979. 70 с.

Бушмина Л.С. Остракоды абышевского горизонта (нижний карбон) Кузбасса // Стратиграфия и палеонтология палеозоя азиатской части СССР. М.: Наука, 1965. С. 64–98.

Горак С.В. Верхневизейские и нижненамюрские остракоды некоторых районов северо-западного сектора Большого Донбасса // Материалы к фауне верхнего палеозоя Донбасса. Киев: Наукова думка, 1964. С. 154–204.

Грамм М.Н. Новые семейства каменноугольных остракод: Borovitchellidae (Platycopina) и Adeditiidae (Podocopina, Cytheracea) // Палеонтол. журн. 1992. № 4. С. 82–85.

Грамм М.Н., Егоров Г.И. Нижнекаменноугольные Editiidae (Ostracoda) и замечания к филогенезу Cytheracea // Палеонтол. журн. 1986. № 2. С. 50–60.

Познер В.М. Остракоды нижнего карбона западного крыла Подмосковной котловины // Труды ВНИГРИ. 1951. Вып. 56. (Стратиграфия и микрофауна нижнего карбона западного крыла Подмосковной котловины. Л.–М.: Гостоптехиздат). С. 5–101.

Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 4. Остракоды палеозоя. Л.: Недра, 1990. 356 с.

Самойлова Р.Б., Смирнова Р.Ф. Новые роды и виды остракод // Труды ВНИГРИ. 1958. Вып. 115. (Микрофауна СССР. Вопросы систематики и описание новых видов, родов и подсемейств фораминифер и остракод. Сборник IX). С. 255–256.

Соболев Д.Б. Новые остракоды из верхнефаменских и турнейских отложений севера Урала // Тр. Ин-та геол. Коми НЦ УрО РАН. 1998. Вып. 99. (Сыктывкарский палеонтологический сборник № 3. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН). С. 60–74.

Соболев Д.Б. Новые остракоды из турнейских отложений южной части гряды Чернышева // Тр. Ин-та геол. Коми НЦ УрО РАН. 2017. Вып. 130. (Сыктывкарский палеонтологический сборник № 8. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН) С. 31–39.

Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., Кочеткова Н.М. и др. Стратотипические и опорные разрезы башкирского яруса карбона Южного Урала. Уфа: Гилем, 2001. 139 с.

Чижова В.А. Возрастное соотношение раковских и нижнемалиновских отложений Камско-Кинельской впадины по данным изучения остракод // Труды ВНИИ. 1960. Вып. ХХХ. (Вопросы нефтепромысловой геологии. М.: Гос. науч.-техн. из-во нефтяной и горно-топливной лит-ры). С. 169–233.

Blumenstengel Von H., Bender P., Herbig H.-G. Ostrakoden aus der Gladenbach-Formation (Unterkarbon, Lahn-Dill-Mulde, Rheinisches Schiefergebirge) // Sonderveröffentlichungen des Geologischen Instituts der Universität zu Köln. 1997. N 114. P. 91–121.

Brayer R.C. Salem Ostracoda of Missouri // J. Paleontol. 1952. V. 26. P. 162-174.

Green R. Lower Mississippian ostracodes from the Banff Formation, Alberta // Research Council of Alberta. Bull. 11. Edmonton. Printed by L.S. Wall, Queen's Printer for Alberta. 1963. P. 1–237.

Knupfer J. *Editia germanica* sp. n., eine neue Ostracodenart aus dem Unterkarbon im Norden der DDR und zur Taxonomie der Familie Bythocytheridae Sars 1926 // Berichte der deutschen Gesellschaft für geologische Wissenschaften, Reihe A. Geologie und Palaontologie. 1967. V. 12. P. 193–200.

Kulagina E.I., Nikolaeva S.V., Pazukhin V.N., Kochetova N.N. Biostratigraphy and lithostratigraphy of the Mid-Carboniferous boundary beds in the Muradymovo section (South Urals, Russia) // Geol. Mag. 2014. V. 151, N 2. P. 269–298.

Olempska E. On *Editella dawubaensis* gen. et sp. nov. // A Stereo-Atlas of ostracod shells. 1998. V. 25, N 9. P. 39–42.

Robinson J.E. The Carboniferous // A stratigraphical index of British Ostracoda. R. Bate and E. Robinson (eds). Geol. J. Spec. Issue N 8. 1978. P. 121–166.

ОСНОВЫ ОСТРАКОДОВОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ КЕЛЛОВЕЯ И НИЖНЕГО ОКСФОРДА РАЗРЕЗА МИХАЙЛОВЦЕМЕНТ (РЯЗАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.М. Тесакова^{1,2}, Я.А. Шурупова¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, ostracon@rambler.ru, shurupova.ya@yandex.ru ²Геологический институт РАН, Москва

FOUNDATIONS OF OSTRACODA ANALYSIS: OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS ON THE EXAMPLE OF CALLOVIAN AND LOWER OXFORDIAN OF THE MIKHAILOVTSEMENT SECTION (RYAZAN REGION)

E.M. TESAKOVA^{1,2}, YA.A. SHURUPOVA¹ ¹Lomonosov Moscow State University, Moscow ²Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Different methods of ostracod analysis are discussed in details for the palaeobathymetric and palaeotemperature reconstructions by the example of middle Callovian – lower Oxfordian ostracod assemblages from the Mikhaylovtsement key section (Ryazan region). As a result, seven transgressive-regressive events are reconstructed, five of which are recognizable at the pan-European scale as Boreal water invasions. For the first time, ostracod-indices are identified for the late Callovian upper sublittoral depths, eurythermic, warmwater and high eutrophic conditions. *Key words*: palaeoecology, palaeobatymetry, ostracods, Callovian, Lower Oxfordian, Ryazan Region.

Есть три причины, по которым ракушковые раки являются наиболее предпочтительной группой для палеоэкологических реконструкций. Во-первых, они встречаются, практически, в любом водоеме – от пресноводных подземных вод и влажных наземных обстановок до рапы Мертвого моря и биотопов черных курильщиков. Во-вторых, обладают высочайшей чувствительностью к изменениям окружающей среды, что сразу отражается на таксономической, количественной и возрастной структуре их сообществ. В-третьих, онтогенез бентосных остракод лишен планктонной (личиночной) стадии, поэтому их расселение в морях не зависит от течений и строго контролируется экологическими условиями (Smith, Horne, 2002; Horne, 2003; Шорников, Зенина, 2014; Шорников и др., 2014 и др.). Вместе с тем, при палеоэкологических реконструкциях надо учитывать вероятность «загрязнения» морских комплексов аллохтонной составляющей за счет ее транспортировки турбидитами, цунами, ледовым разносом, плавающими водорослями, через подводные источники или посредством поедающих остракод рыб и др. животных (Neale, 1964; Kornicker, Sohn, 1971; Тесакова, Савельева, 2005; Шорников, Зенина, 2014 и др.). Скелеты остракод хорошо сохраняются в ископаемом состоянии, начиная с кембрия (Хазанович и др., 1984), а микроскопические размеры обуславливают высокое обилие их остатков в горных породах, что позволяет применять к ним статистические методы изучения.

Методы анализа качественного, количественного и возрастного распределения морских бентосных остракод по разрезам позволяют весьма детально реконструировать факторы палеобассейнов – глубину, температуру, соленость, освещенность, эвтрофию и др.

1. Формула <u>прямого расчета глубины</u> в зависимости от размера глазных бугорков (ГБ) современных остракод (Myers, Kontrovitz, 1987; Kontrovitz, Myers, 1988) использовалась при палеобатиметрии верхнемеловой формации Демополис, США (Puckett, 1991). С ростом глубины и уменьшением освещенности дна, размер и выпуклость ГБ возрастают. Наиболее крупные ГБ наблюдались у ракушковых внешнего шельфа (начиная с гл. 50–60 м). У видов, живущих на континентальном склоне, размер ГБ постепенно сокращается, пока они не исчезают полностью ниже отметки 600 м (Benson, 1984).

2. В комплексах шельфовых остракод с увеличением глубины возрастает и процентная доля таксонов с ГБ, что использовано для оценки <u>относительной глубины</u> и реконструкции колебания уровня Крымского палеоморя в позднем барреме – апте (Карпук, 2016).

3. Прекрасным батиметрическим репером, позволяющим проводить <u>нижнюю границу</u> верхней сублиторали, является глубина проникновения достаточного количества света для распространения биотопа макрофитов (не менее 10% светового потока). Этот предел зависит от географической широты, прозрачности воды и др. (Невесская, 1998 и др.), в современных морях сильно варьирует (от 3-4 м в заливе Петра Великого (Шорников, Зенина, 2014) и 6 м в Северном море до 66,5 м в Саргассовом море), но в среднем составляет 30–40 м (Шамраев, Шишкина, 1980). С макрофитами ценотически связан крупный размерный кластер остракод (в юрское время имевших раковину длиной 0,48–1,2 мм). Мелкий размерный кластер (в юре 0,25–0,35 мм), объединяющий преимущественно детритофагов, присутствует на всех глубинах, но в сообществах нижней сублиторали его доля резко возрастает. Таким образом, верхняя сублитораль (глубина ≤ 30–40 м) прекрасно отбивается по высокому содержанию в комплексах (≈70–90%) крупнораковинных остракод (Тесакова, 2014а). Среди последних есть илоеды и детритофаги, ценотически слабо или никак не связанные с подводными лугами, поэтому такие таксоны присутствуют и на нижней сублиторали, но их доля в этих сообществах заметно сокращается и совсем незначительна в батиали. Заметим, что эврибатные и верхнелиторальные остракоды крупных размеров хорошо различимы, т.к. первые имеют раковину тонкостенную, обычно, гладкую, или орнаментированную тонкими хрупкими шипами (Шорников, Михайлова, 1990). Вариации соотношения размерных кластеров остракод отвечают относительному увеличению/уменьшению глубины, как в пределах верхней, так и нижней сублиторали (Tesakova, Shurupova, 2018).

4. Анализ разнообразия и численности позволяет достоверно оценить изменение <u>глубины в пределах верхней сублиторали</u>. Разнообразие бентоса в мелководных бассейнах снижается по направлению к берегу и увеличивается с глубиной, а распределение общей численности (общего обилия) имеет обратную тенденцию (Геккер, 1957; Геккер и др., 1962; Зенкевич, 1963; Purdy, 1964; Шорников, 1969; Захаров, 1984; Захаров и др., 1988; Андреев, 1988; Gray et al., 1997; Невесская, 1998; Kolasa et al., 1998; Тезакоva, 2008; Мокиевский, 2009; Букварева, Алещенко, 2013 и др.). В пределах нижней сублиторали увеличение глубины уже никак не сказывается на структуре бентосных сообществ, и кривые разнообразия и численности, практически, стабильны во времени.

Метод требует обязательной оценки эвтрофии и солености палеобассейна, изменение которых (повышение первой и снижение второй), как и любой другой стресс, также приводит к уменьшению разнообразия и возможному доминированию отдельных видов, создающих высокую численность (Захаров, 1984; Tesakova, 2008; Шорников, Зенина, 2014).

5. Появление видов-космополитов означает выравнивание палеоэкологической обстановки на большой территории при <u>трансгрессиях</u> (Т) (Захаров, 1984; Невесская, 1999, с. 350 и др.). Появление в разрезе мелкоразмерных космополитных остракод возможно при Т, обеспечившей глубину нижней сублиторали. Космополиты верхней сублиторали способны широко расселяться только в ее пределах (превышение этой глубины является для них непреодолимым барьером), поэтому маркируют высокое стояние моря в рамках этой зоны.

6. Распространение по разрезам таксонов-индексов различных палеоэкологических обстановок и соотношение их доминирования позволяет судить об изменении тех, или иных факторов среды (Захаров, 1984; Невесская, 1998 и др.). Такие остракоды выявляются путем сопоставления доминирующих форм с заведомо известными обстановками, реконструированными разными методами (литологическим, петромагнитным, изотопным, палеонтологическим, анализом размерных кластеров остракод и др.).

Среди келловейских остракод Русской плиты (РП) известны индексы высокой эвтрофии (или толерантные к ее повышению – эвритрофы): *Fastigatocythere* sp. A, *Galliaecytheridea imprimus* Whatley, Ballent et Armitage и *Lophocythere* sp. A (Tesakova, Shurupova, 2018). Также повышение эвтрофии (снижение уровня кислорода), или снижение *солености* (до 16‰) сопровождается высоким доминированием цитерелл или галлиецитеридей (*Cytherella*-сигнал, *Galliaecytheridea*-сигнал) (Преображенская 1966; Corbari et al., 2005; Tecakoba, 2014*a*).

Для верхней сублиторали – индикаторы глубоководной обстановки: Balowella attendens (Lyubimova, 1955), G. imprimus, Lophocythere acrolophos Whatly, Ballent et Armitage, L. karpinskyi (Mandelstam in Lyubimova), L. sp. A, Sabacythere attalicata (Mandelstam in Lyubimova), Neurocythere flexicosta labyrinthos Whatley, Ballent et Armitage, N. dulcis (Lyubimova), N. flexicosta (Triebel) ssp. A и, по-видимому, N. cruciata cruciata (Triebel); эврибатные: Cytherella oblonga Permyakova, C. perennis Błaszyck, Camptocythere sp. A, Fastigatocythere sp. A, Fuhrbergiella archangelskyi (Mandelstam in Lyubimova), Lophocythere sp. B, Palaeocytheridea (*Malzevia*) parabakirovi Malz, *Pseudoperissocytheridea* ex gr. anastomosa Whatley, Ballent et Armitage u Schuleridea translucida (Lyubimova) (Tesakova, Shurupova, 2018).

Температурные предпочтения юрских родов остракод РП выявлены по литературным данным при сравнении с таковыми из заведомо теплой (тетической) и холодной (бореальной) водной массы (Тесакова, 2014а, б). Из келловейских родов показателями тепловодных условий являются: *Palaeocytheridea* Mandelstam, *Cytherella* Jones и *Galliaecytheridea* Oertli (тетические таксоны); холодноводные условия доказываются присутствием: *Camptocythere* Triebel, *Sabacythere* Wienholz, *Balowella* Wienholz и *Rubracea* Mandelstam (бореальные или евробореальные таксоны).

7. В некоторой мере об <u>относительной глубине</u> бассейна и <u>близости береговой линии</u> можно судить по интенсивности гидродинамики и характеру донных осадков. В этом случае применим морфофункциональный анализ раковин остракод. О соответствии формы раковины и скульптуры остракод их экологии и различным грунтам написана обширная зарубежная литература, обзор которой и собственные данные приведены в книгах Е.И. Шорникова (Шорников, 1981; Шорников, Михайлова, 1990). Остракоды, обитающие на каменистых, галечных или песчаных грунтах прибрежья (супралитораль, литораль, первые м сублиторали), крайне редко встречаются в ископаемом состоянии. (Шорников, Зенина, 2014 и др.). Морфология же скелетов многочисленных видов, обитающих в верхней сублиторали на песчано-илистых грунтах, или в нижней сублиторали на илах, в целом, отвечает либо первому, либо второму типу осадка. Т.е. методом морфофункционального анализа можно отличить верхнюю сублитораль от нижней, но трудно реконструировать вариации глубины внутри этих крупных батиметрических зон.

8. Поскольку с <u>освещенностью дна</u> напрямую связаны а) биотоп макрофитов, с которым ассоциируется крупноразмерный кластер, и б) размер ГБ остракод, особенно свойственный мелкоразмерному кластеру, о ней также можно судить, опираясь на вышеперечисленные методики реконструкции палеоглубин.

По распределению остракод (2436 экз. более чем 50 видов) в отложениях разреза Михайловцемент (Рязанская обл.), опорного для келловея и нижнего оксфорда Московской синеклизы, установлено 4 зоны и 4 слоя с остракодами (Тесакова и др., 2017) (рис. 1д). Палеоэкологические реконструкции (настоящая работа), выполненные вышеперечисленными методами, за исключением 1, 2 и 7, показали каким именно событиям глобального и регионального масштабов отвечают остракодовые стратоны (кроме фило-зоны Р. (М.) parabakirovi).

Анализ разнообразия и численности выявил только 3 Т/Р события (рис. 1а, б). Более чувствительный анализ соотношения размерных кластеров остракод (рис. 2) детализировал историю вариаций палеоглубин до 6 Т/Р событий (рис. 1в). Четыре первые из них относились к верхней сублиторали, имевшей место в среднем-позднем келловее (зоны Coronatum, Athleta и Lamberti), две следующих – к нижней, распространившейся в раннем оксфорде (Mariae и Cordatum). Важно отметить, что высокий процент крупноразмерного кластера в обр. 16 (рис. 2) связан с доминированием эвритрофного вида *Fastigatocythere* sp. А, маркирующего застойную обстановку, возникшую при углублении палеобассейна. Это подтверждается литологическими и петромагнитными данными (устное сообщение Е.В. Щепетовой (ГИН РАН), И.А. Степанова и А.Ю. Казанского (МГУ)). Стрессовая ситуация в обр. 16 подтверждается соотношением кривых разнообразия и численности (рис. 1а). Распространение по разрезу остракод-космополитов (рис. 1г) подтверждает 2 Т/Р событие (реконструированного вида и л.В. и и позволяет разделить 4 событие (по методу 3) на два отдельных циклита. В итоге обобщения всех данных, реконструированы 7 Т/Р событий (рис. 1д).

Летопись двух ранних T/P циклитов сохранилась достаточно полно; их максимумам отвечают слои с *Neurocythere flexicosta* ssp. А и зона L. acrolophos. 3 пока мало изучен из-за недостатка материала. 4 и 5 циклиты представлены небольшими по мощности фрагментами их максимальных фаз (слои с *Lophocythere* sp. B – *N. flexicosta labyrinthos* и зона N. dulcis). Два последних T/P события соответствуют нижней части зоны S. attalicata – E. costaeirregularis. Для 1, 2, 4 и 5 событий, связанных с периодическим повышением уровня моря в пределах верхней сублиторали, доказан паневропейский масштаб. Комплексы ракушковых 6 и 7 циклитов не имеют аналогов с ассоциациями 3. Европы, которые представлены, в основном, крупноразмерными таксонами, т.к. на PII с начала оксфорда развились глубины нижней сублиторали, населенной, преимущественно, остракодами из мелкоразмерного кластера.

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Палеобатиметрические реконструкции по остракодам в разрезе Михайловцемент: а – кривые разнообразия и численности; серыми стрелками отмечено наибольшее углубление палеобассейна, белыми – наибольшее обмеление; реконструкция Т/Р событий: б – по соотношению кривых разнообразия и численности; в – методом анализа размерных кластеров остракод; г – распространение по разрезу видов-космополитов; д – сопоставление сводной кривой колебания уровня моря с расчленением по остракодам



Рис. 2. Процентное соотношение размерных кластеров остракод в разрезе Михайловцемент. Черным цветом отмечены крупнораковинные остракоды родов: Cytherella, Galliaecytheridea, Patellacythere Schuleridea, Balowella, Lophocythere, Neurocythere, Fastigatocythere, Fuhrbergiella, Palaeocytheridea, Camptocythere. Серым – крупнораковинный род Sabacythere, отождествляемый с глубиной более 50 м. Белым – мелкоразмерные остракоды родов: Procytherura, Eucytherura, Tethysia, Cytheropteron, Pedicythere, Exophthalmocythere, Paranotacythere



Рис. 3. Распространение в разрезе Михайловцемент взрослых (черный) и ювенильных (белый) экземпляров остракод-индексов: *а* – тетической и *б* – бореальной обстановок. Цифры по горизонтали показывают число экземпляров. Серым выделены интервалы разреза с повышенным коэффициентом бореальности

К глубоководной фазе всех Т/Р событий (кроме мало изученного 3) приурочено увеличение коэффициента бореальности (по соотношению тетических и бореальных О-индексов) (рис. 3). Начало же Т и Р фазы первых двух циклитов и 4 отвечали преобладанию тетической водной массы. От 5 события мелководная часть не сохранилась; 6 и 7 циклиты, по-видимому, мелководной обстановки (верхняя сублитораль) не имели совсем.

Работа выполнена в рамках тем госзаданий 0135-2018-0036 (ГИН РАН), АААА-А16-116021660031-5 и АААА-А16-116033010096-8 (МГУ), при частичной поддержке РФФИ 18-05-00501.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андрев Ю.Н. Меловые остракоды Средней Азии (состав, распространение, развитие, геологическое значение). Автореф. дисс. ... докт. геол.-минерал. наук. М., 1988. Зб с.

Букварева Е.Н., Алещенко Г.М. Принцип оптимального разнообразия биосистем. М.: КМК-Товарищество научных изданий, 2013. 522 с.

Геккер Р.Ф. Введение в палеоэкологию. М.: Госгеолтехиздат, 1957. 126 с.

Геккер Р.Ф., Осипова А.И., Бельская Т.Н. Ферганский залив палеогенового моря Средней Азии. Кн. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 332 с.

Захаров В.А. Тафономия и палеоэкология морских беспозвоночных. Учебное пособие. Новосибирск: Издво Новосиб. ун-та, 1984. 78 с.

Захаров В.А., Мейен С.В., Очев В.Г., Янин Б.Т. Тафономические исследования / В.В. Меннер, В.П. Макридин (ред.) Современная палеонтология. Методы, направления, проблемы, практическое приложение: Справочное пособие. Т. 1. М.: Недра, 1988. С. 416–434.

Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 740 с.

Карпук М.С. Остракоды верхнего баррема – апта Горного Крыма: стратиграфическое значение и палеоэкология. Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. М.: ГИН РАН, 2016. 24 с.

Мокиевский В. О. Экология морского мейобентоса. М.: Т-во научных изданий КМК. 2009. 286 с.

Невесская Л.А. Этапы развития бентоса фанерозойских морей. Палеозой. М.: Наука, 1998. 503 с.

Невесская Л.А. Этапы развития бентоса фанерозойских морей. Мезозой. Кайнозой. М.: Наука, 1999. 501 с. Преображенская В.Н. Условия существования и захоронения фораминифер и остракод в юрское и нижнемеловое время на территории ЦЧО // Тр. Третьего совещания по проблемам изучения Воронежской антеклизы (7–11 апреля 1964 г.). Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1966. С. 261–272.

Тесакова Е.М. Юрские остракоды Русской Плиты: стратиграфическое значение, палеоэкология и палеогеография. Автореф. дисс. ... докт. геол.-минерал. наук. М.: Моск. ун-т, 2014а. 48 с.

Тесакова Е.М. Реконструкция палеотемператур Среднерусского моря в средней и поздней юре по остракодам // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии. Сб. тр. Всерос. науч. конф. памяти проф. В.Г. Очева. Саратов: Изд-во Саратовск. техн. ун-та, 2014б. С. 133–147.

Тесакова Е.М., Савельева Ю.Н. Остракоды пограничных слоев юры и мела Восточного Крыма: стратиграфия и палеоэкология / Палеобиология и детальная стратиграфия фанерозоя. К 100–летию со дня рождения академика В.В. Меннера. Алексеев А.С., Михайлова И.А. (отв. ред.) М.: Российская академия естественных наук, 2005. С.135–155.

Тесакова Е.М., Шурупова Я.А., Устинова М.А. Стратиграфия келловея и нижнего оксфорда разреза Михайловцемент (Рязанская обл.) по микрофауне и наннопланктону // Тр. ГИН РАН. 2017. Вып. 615. С. 264–300.

Хазанович К.К., Попов Л.Е., Мельникова Л.М. Беззамковые брахиоподы, остракоды (Брадорииды) и хиолительминты из Саблинской свиты Ленинградской области // Палеонтол. журн. 1984. № 4. С. 33–47.

Шамраев Ю.И., Шишкина Л.А. Океанология. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 378 с.

Шорников Е.И. Подкласс остракода, или ракушковые раки – Ostracoda. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 2. Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. Киев: Наукова думка, 1969. С. 163–260.

Шорников Е.И. Остракоды Bythocytheridae дальневосточных морей. М.: Наука, 1981. 200 с.

Шорников Е.И., Зенина М.А. Остракоды как индикаторы состояния и динамики водных экосистем (на примере залива Петра Великого Японского моря). Владивосток: Дальнаука, 2014. 334 с.

Шорников Е.И., Зенина М.А., Иванова Е.В. Остракоды как индикаторы состояния водной среды на северовосточном шельфе Черного моря в предыдущие 70 лет // Биология моря. 2014. Т. 40, № 6. С. 463–472.

Шорников Е.И., Михайлова Е.Д. Остракоды Bythocytheridae раннего этапа развития. Сравнительная морфология, палеоэкология, пути эволюции. М.: Наука, 1990. 278 с.

Anderson E. Environmental models for Paleozoic communites // Lethaia. 1971. V. 4, N 3. P. 287–307.

Benson R.H. Estimating greater paleodepths with ostracodes, especially in past thermospheric oceans // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoccol. 1984. V. 48. P. 107–141.

Corbari L., Mesmer-Dudons N., Carbonel P., Massabuau J.-C. *Cytherella* as a tool to reconstruct deep-sea paleooxygen levels: the respiratory physiology of the platycopid ostracod *Cytherella* cf. *abyssorum* // Mar. Biol. 2005. V. 147. P. 1377–1386.

Gray J.S., Poore G.C.B., Ungland K.I. et al. Coastal and deep-sea benthic diversity compared // Mar. Ecol. Progress series. 1997. V. 159. P. 97–103.

Horne D.J. Key events in the radiation of the Ostracoda // Park L.E. and Smith A.J. (Eds). Bridging the gap: Trends in the Ostracode Biological and Geological Sciences. The Paleontological Society Papers. 2003. V. 9. P. 181–201.

Kolasa J., Hewitt C.L., Drake J.A. Rapoport's rule: an explanation or a byproduct of the latitudinal gradient in species richness? // Biodiversity and Conservation. 1998. V. 7. P. 1447–1455.

Kontrovitz M., Myers J.H. Ostracode eyes as paleoenvironmental indicators: Physical limits of vision of some podocopids // Geology. 1988. V. 16. P. 293–295.

Kornicker L.S., Sohn J.G. Viability of Ostracoda eggs egested by fisch and effect of digestive fluids on Ostracode shells-ecologic and paleoecologic implications // Bull. Centre Rech. Pau-SNPA. Suppl. 1971. V. 5. P. 125–135.

Myers J.H., Kontrovitz M. Geometrical optics of some ostracod eyes // Hanai T., Ikeya N. and Ishizaki K. (eds.) Evolutionary biology of Ostracoda. Tokyo: Kodansha, 1987. P. 187–193.

Neale J.W. Some factors influencing the distribution of Recent Brithish Ostracoda // Publ. Staz. Zool. Napoli. Suppl. 1964. P. 247–307.

Puckett T.M. Absolute paleobathymetry of Upper Cretaceous chalks based on ostracodes – Evidence from the Demopolis Chalk (Campanian and Maastrichtian) of the northern Gulf Coastal Plain // Geology. 1991. V. 19. P. 449–452.

Purdy E.G. Sediments as substrates // Approaches to paleoecology. N.Y.: Wiley, 1964. P. 238-271.

Smith A.J., Horne D.J. Ecology of Marine, Marginal marine and non-marine ostracodes / Holmes J.A. and Chivas A.R. (Eds). The Ostracoda: Applications in Quaternary Research. AGU Geophysical Monograph. 2002. N 131. P. 37–64.

Tesakova, E. Late Callovian and Early Oxfordian ostracods from the Dubki section (Saratov area, Russia): implications for stratigraphy, paleoecology, eustatic cycles and palaeobiogeography // N. Jahrb. Geol. Paläontol. Abh. 2008. V. 249, N 1. P. 25–45.

Tesakova E.M., Shurupova Ya.A. Ostracod analysis of the Callovian and Lower Oxfordian deposits of the Mikhailovtsement section (Ryazan region): methods and results // Paleontol. J. 2018. N 13. [in press.].

РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ РУССКИМИ ПОЗДНЕКЕЛЛОВЕЙСКИМИ ВИДАМИ РОДА *LOPHOCYTHERE* SILVESTER-BRADLEY, 1948

Я.А. Шурупова¹, Е.М. Тесакова^{1,2}

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, shurupova.ya@yandex.ru ²Геологический институт РАН, Москва, ostracon@rambler.ru

SPECIES RELATEDNESS WITHIN THE GENUS *LOPHOCYTHERE* SILVESTER-BRADLEY, 1948 IN THE UPPER CALLOVIAN OF THE RUSSIAN PLATE

YA.A. SHURUPOVA¹, E.M. TESAKOVA^{1,2}

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow ²Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The genus *Lophocythere* in cl_3 of the Russian Plate (RP) includes *L. karpinskyi*, *L.* sp. A, *L.* sp. B and *L. acrolophos*. The first three species by the similarity in sculptures and hinge structure belong to the same phyletic lineage. *L. karpinskyi* and *L.* sp. B invaded the RP sea during a transgression from Western Europe in cl_1 (Koenigi), and *L.* sp. A appeared there during cl_3 (Athleta Phase). Also, *L. acrolophos* appeared in the same phase but, probably, it was originated from *L. interrupta* (cl_{1-2}). These species are the markers of transgression and indices of Pan-European correlative levels. *Key words*: Ostracoda, Upper Callovian, Russian Plate, Ryazan Region, ontogeny.

К представителям рода *Lophocythere* из верхнего келловея (cl₃) Русской плиты (РП) относятся четыре вида: *L. karpinskyi* (Mandelstam in Lyubimova), *L.* sp. A, *L.* sp. В и *L. acrolophos* Whatley, Ballent et Armitage. Вид *L. karpinskyi* известен в России с раннего келловея (cl₁), когда проник с трансгрессией из Западной Европы, и развивался в Среднерусском море на протяжении всего века (Tesakova, 2003; Franz et al., 2009). Также в cl₁ на РП появляется вид *L.* sp. В (фаза Koenigi), a *L.* sp. A в cl₃ (фаза Athleta). Скульптура и замок позволяют отнести их к той же филогенетической линии (филолинии), что и *L. karpinskyi* (его предок пока не известен). *L. acrolophos* также фиксируется на РП в cl₃ (Athleta), но произошел от иных предков, чем *L. karpinskyi*. Появление двух лофоцитер на РП в cl₁ (*L. karpinskyi* и *L.* sp. B) и еще двух в cl₃ (*L. acrolophos* и *L.* sp. А) связано с трансгрессиями из 3. Европы в фазах Koenigi и Athleta (Whatley, 1970; Malz, 1975; Пяткова, Пермякова, 1978; Whatley et al., 2001; Tesakova, 2003, 2008, 2013; Wilkinson, Whatley, 2009; Тесакова и др. 2017). Упомянутые виды-иммигранты в эти фазы, являются маркерами трансгрессивных событий и индексами панъевропейских коррелятивных уровней (Tesakova, Shurupova, 2018).

Изученный материал происходит из cl₃ (зоны Athleta и Lamberti) разреза Михайловцемент (Рязанская обл.) (рис. 1) (Тесакова и др., 2017). Всего исследовано 332 экземпляра, среди которых вид *L. karpinskyi* представлен 51 экз., *L*. sp. A – 201, *L. acrolophos* – 71 и *L*. sp. В – 1 (рис. 2). У первых трех видов изучены изменения скульптуры и замка в онтогенезе раковины.

Замок. У всех Lophocythere замки гемимеродонтного типа; на правой створке (ПС) с крупными расчлененными краевыми зубами и желобком, осложненным округлыми ямкогруппами (группировка ямок отвечает слиянию мелких зубчиков по 2–3 на срединном валике замка левой створки (ЛС)) в передней половине и мелкими отдельными ямками в задней половине. Зубная формула записывается как AT[G]PT, где AT – передний зуб (anterior tooth), G – желобок (groove), PT – задний зуб (posterior tooth).

Строение замков у *L. karpinskyi* 6[5:11]6 и *L.* sp. А 6[4:14]6 весьма похожи и различаются только числом ямко-групп в передней половине G (рис. 3; табл. I и II). На ПС взрослых самок и самцов АТ и РТ состоят из 6 продолговатых, расширяющихся кверху, двувершинных элементов. G расширен в передней половине, с округлыми крупными ямками (4 у вида *L.* sp. A и 5 у вида *L. karpinskyi*); в задней половине G узкий, с мелкими отдельными ямками (с 14 у вида *L.* sp. A и 11 у *L. karpinskyi*). Онтогенез замков этих двух видов также похож: строение переднего и заднего зубов не меняется, с возрастом увеличиваются только их размеры;



Рис. 1. Карта-схема расположения разреза Михайловцемент (по Тесакова и др., 2017)

мелко насеченный срединный желобок одинаков у них вплоть до 5 стадии, а с 6 стадии постепенно приобретает черты взрослых представителей (рис. 3).

Замок вида *L*. sp. В 6[4:12-13]6? (единственный экземпляр из зоны Lamberti, с плохо сохранившимся РТ) очень похож на описанные, но отличается иным числом ямок в задней части G. Онтогенез *L*. sp. В не известен. Более всего его зубная формула схожа с таковой вида *L*. scabra Triebel, 1951 6[4:12-14]6, распространенного в З. и В. Европе в cl_{1-2} (Malz, 1975; Franz et al., 2009).

Замок *L. acrolophos* по своему строению заметно отличается от трех вышеописанных, и, кроме того, на нем наблюдается половой диморфизм: у самца 7[4:>20]7, у самки 7[10:1]7. АТ и РТ на ПС состоят из продолговатых элементов, расширяющихся кверху. У самок G расчленен на 10 ямко-групп, слившихся из 2–3 отдельных ямок (на ЛС валик распадается на двувершинные сердцевидные округлые зубчики). У самцов в передней половине G обособлены 4 ямко-группы (vs.: зубчики крупные, округлые, задний из них двувершинный), в задней части присутствуют мелкие отдельные ямки (vs.: зубчики мелкие, округлые, разрозненные), что похоже на строение G в филолиниях *L. karpinskyi*—*L.* sp. A и *L. propinqua* Malz, 1975—*L. scabra*. Строение замка в онтогенезе *L. acrolophos* очень изменчиво (рис. 3).

Интересно, что по строению G можно различать створки самок и самцов этого вида, начиная с 7 ювенильной стадии. Тогда как по отношению длины к высоте и скульптуре нельзя различить раковины разных полов, вплоть до взрослой стадии.



Рис. 2 Распространение видов рода *Lophocythere* по разрезу Михайловцемент. Кружки обозначают присутствие вида на разных уровнях разреза, цифры – число экземпляров (взрослые и ювенильные представители), j – присутствие только ювенильных особей

Скульптура. Изученные виды разделяются на две группы: орнаментированные бугорками (L. karpinskyi, L. sp. A и L. sp. B) (табл. I, фиг. 1–16; табл. II, фиг. 1–2) и ребрами (L. acrolophos) (табл. I, фиг. 1–16; табл. II, фиг. 3).

Три первые вида, судя по скульптуре и замку, составляют единую филолинию, в которой вид-анцестор *L. karpinskyi* известен с bt₃ Франции (Oertli, 1957). Вид *L.* sp. В появился в cl₁ (зона Koenigi) (Пяткова, Пермякова, 1978; Wilkinson, Whatley, 2009; Tesakova, 2013), a *L.* sp. A – в cl₃ в зоне Athleta (Whatley, 1970; Malz, 1975; Tesakova, 2003, 2008; Wilkinson, Whatley, 2009; Tecakoвa и др. 2017). Оба эти потомка, судя по мозаичному сочетанию плезиоморфных и апоморфных признаков, являются сестринскими видами. К первым относятся: a) расчлененное на отдельные шипы брюшное ребро и б) сравнительно крупные межреберные бугорки, не образующие вертикальные ребра. Ко вторым: в) гребневидное брюшное ребро и г) мелкие межреберные бугорки, выстраивающиеся в вертикальные цепочки (ребрышки). Тогда в филолинии *L. karpinskyi* (bt₃–cl₃)→*L*. sp. B (cl₁–cl₃)+*L*. sp. A (cl₃–ox₁) скульптура эволюционировала таким образом: *L. karpinskyi* (a+б)→*L*. sp. B (в+б)+*L*. sp. A (a+г).

В онтогенезе *L. karpinskyi* и *L.* sp. А микроскульптура представлена косой сеткой (ретикулюм) – крупноячеистой у первого и мелкоячеистой у второго вида. В ее узлах расположены межреберные бугорки (мезоскульптура), более крупные и редкие у *L. karpinskyi*, но мельче и чаще сидящие у *L.* sp. А. По мере взросления, ретикулюм почти исчезает, за исключением переднего и заднего концов раковины, но ее мезоскульптура наследует косую сетчатую структуру.

Интересно, что вертикальные ребрышки и гребневидное брюшное ребро характерны для филолинии *L. propinqua* Malz, 1975 (bt₃) \rightarrow *L. scabra* (cl₁₋₂), в эволюции которой наблюдается распад вертикальных ребер на цепочки мелких бугорков (Malz, 1975). Поэтому виды *L. scabra* и *L.* sp. В различимы плохо, если не принять во внимание их разные филогении с разницей в морфологических трендах. По онтогенезу *L. scabra* относится к группе ребристых лофоцитер (Triebel, 1951; Malz, 1975), в отличие от *L.* sp. В (группа бугристых лофоцитер).

Ребристая скульптура вида *L. acrolophos* (табл. I, II) ближе всего к таковой видовой группы *L. interrupta* Triebel, 1951 (Triebel, 1951; Wienholz, 1965). Они составляют филолинию *L. interrupta* (cl_{1-2}) \rightarrow *L. acrolophos* (cl_3).

Стадия онтогенеза	L. karpinskyi	L. sp. A	L. acrolofos	L. sp. B
Ad. ♂	000000 00000 6[5:11]6	000000 6[4:14]6	000000	
Ad . ♀	00000 00000 6[5:11]6	000000	0000000 ••••••••••••••••••••••••••••••	000000 00000? 6[4:12-13]6?
Juv. 8			00000 00000	
Juv. 7	6[5:11]6	6[4:14]6	6[4:>20]6	
Juv. 6	000000 000000000000000000000000000000	000000 ((4:14)6	00000 @	
Juv. 5			5[>20]6	
Juv. 4	000000			
Juv. 3				
Juv. 2			4[>20]4	

Рис. 3. Строение замка и его онтогенез у изученных *Lophocythere*. Зубные формулы и схемы приведены для правых створок



Таблица I. Все, изображенные на табл. I и II остракоды происходят из разреза Михайловцемент (Рязанская область). Принятые сокращения: ПС – правая створка, ЛС – левая створка, juv. – створка ювенильной особи. Фиг. 1–8. *Lophocythere* sp. A: 1 – экз. № МГУ МС-80, ПС, самец, обр. 15; 2 – экз. № МГУ МС2-304, ПС, самка, обр. 15; 3 – экз. № МГУ МС2-303, ПС, juv. 8, обр. 15; 4 – экз. № МГУ МС2-118, ПС, juv. 7, обр. 13; 5 – экз. № МГУ МС-78, ПС, juv. 6, обр. 15; 6 – экз. № МГУ МС2-309, ПС, juv. 5, обр. 15; 7 – экз. № МГУ МС2-348, ПС, juv. 4, обр. 14; 8 – экз. № МГУ МС-84, ПС, juv. 8, обр. 15; Фиг. 9. *Lophocythere* sp. B., экз. № МГУ МС2-66, ПС, самка, обр. 20; Фиг. 10–16. *Lophocythere karpinskyi*: 10 – экз. № МГУ МС2-291, ПС, самка, обр. 10; 11 – экз. № МГУ МС2-265, ПС, juv. 8, обр. 27; 12 – экз. № МГУ МС2-25, ПС, juv. 7, обр. 8; 13 – экз. № МГУ МС2-22, ПС, juv. 6, обр. 8; 14 – экз. № МГУ МС2-77, ПС, juv. 5, обр. 9; 15 – экз. № МГУ МС2-217, ЛС, juv. 4, обр. 22; 16 – экз. № МГУ МС2-214, ЛС, juv. 3, обр. 22; Фиг. 17–24. *Lophocythere acrolophos*: 17 – экз. № МГУ МС2-317, ПС, самец, обр. 13; 18 – экз. № МГУ МС-86, ПС, самка, обр. 15; 19 – экз. № МГУ МС2-380, ПС, juv. 8, обр. 13; 20 – экз. № МГУ МС-88, ПС, juv. 7, обр. 15; 21 – экз. № МГУ МС2-404, ПС, juv. 5, обр. 13; 23 – экз. № МГУ МС2-410, ПС, juv. 4, обр. 13; 24 – экз. № МГУ МС2-406, ПС, juv. 4, обр. 13



Таблица II. Фиг. 1. *Lophocythere* sp. А., экз. № МГУ МС2-313, ПС, самка, обр. 15. Фиг. 2. *Lophocythere karpinskyi*, экз. № МГУ МС-2, ПС, самка, обр. 7. Фиг. 3. *Lophocythere acrolophos*, экз. № МГУ МС-85, ПС, самка, обр. 15

Работа выполнена в рамках темы госзаданий 0135-2018-0036 (ГИН РАН), АААА-А16-116021660031-5 и АААА-А16-116033010096-8 (МГУ), при частичной поддержке РФФИ 18-05-00501.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Тесакова Е.М., Шурупова Я.А., Устинова М.А. Стратиграфия келловея и нижнего оксфорда разреза Михайловцемент (Рязанская обл.) по микрофауне и наннопланктону // Тр. ГИН РАН. 2017. Вып. 615. С. 264–300.

Franz M., Tesakova E.M., Beher E. Documentation and revision of the index ostracods from the Lower and Middle Jurassic in SW Germany according to Buck (1954) // Palaeodiversity. 2009. V. 2. P. 119–167.

Malz H. Ostracoden-Studien im Dogger, 8: Die Arten der Gattung Lophocythere, ihre stratigraphische und regionale Verbreitung // Senck. lethaea. 1975. V. 56, N 2/3. S. 123–145.

Oertli H.J. Ostracoden als Salzgehalts-Indikatoren im obern Bathonien des Boulonnais // Eclogae geologicae Helvetiae. 1957. V. 50, N 2. P. 279–283.

Tesakova E.M. Callovian and Oxfordian ostracodes from the Central Region of the Russian Plate // Paleontol. J. 2003. V. 37. Suppl. 2. P. 107–227.

Tesakova, E. Late Callovian and Early Oxfordian ostracods from the Dubki section (Saratov area, Russia): implications for stratigraphy, paleoecology, eustatic cycles and palaeobiogeography // N. Jahrb. Geol. Paläontol. Abh. 2008. V. 249, N 1. P. 25–45.

Tesakova E.M. Ostracode-Based reconstruction of paleodepths in the Early Callovian of the Kursk Region, Central Russia // Paleontol. J. 2013, V. 47, N 10. P. 1–16.

Tesakova E.M., Shurupova Ya.A. Ostracod analysis of the Callovian and Lower Oxfordian deposits of the Mikhailovtsement section (Ryazan region): methods and results // Paleontol. J. 2018. N 13. [in press.].

Triebel E. Ostracoden aus dem hoheren Dogger Deutschlands // Abh. Senck. Naturf. Ges. 1951. V. 485. P. 87–101.

Whatley R.C. Scottish Callovian and Oxfordian Ostracoda // Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol. 1970. V. 19, N 6. P. 299–358.

Whatley R.C., Ballent S., Armitage J. Callovian Ostracoda from the Oxford Clay of southern England // Revista Española de Micropaleontologia. 2001. V. 33, N 2. P. 135–162.

Wienholz E. Neue Ostracoden aus dem norddeutschen Callovian // Freiberger Forschungshefte. Reihe C. 1967. N 213. P. 23–51.

Wilkinson I.P., Whatley R.C. Upper Jurassic (Callovian – Portlandian) // Ostracods in British Stratigraphy. The Micropaleontology Society – J.E. Whittaker, M.B. Hart (eds.) Spec. Publ. Geol. Soc. London. 2009. P. 241–287.

КОНОДОНТЫ

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ОТЛОЖЕНИЙ АФОНИНСКОГО ГОРИЗОНТА СЕВЕРНОЙ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Л.З. Ахметшина, А.А. Савинова

Актюбинский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт (АктюбНИГРИ), Актобе, Казахстан, lena.kashcheeva.67@mail.ru

INTEGRAL ANALYSIS OF DEPOSITS OF AFONIAN HORIZON OF NORTH NEAR EDGE ZONE OF PRE-CASPIAN LOWLAND

L.Z. AKHMETSHINA, A.A. SAVINOVA

Aktyubinsk Scientific and Research Petroleum Exploration Institute LLP, Aktobe, Kazakhstan

The article is addressed to the integration of biostratigraphy and sedimentology of Afoninian Regional Substage deposits. The subject of the studies is remains of conodonts, miospores, foraminifera and microfacies. The deposits were referred to Mosolovian Regional Substage within zones kockelianus – Lower subzone of P. ensensis on the basis of conodonts data.

Key words: microfacies, conodonts, foraminifera, miospores, Afoninian.

В пределах северной бортовой зоны Прикаспийской впадины (Казахстан) отложения афонинского горизонта рассматриваются в составе нерасчлененных морсовско-мосоловского и черноярского слоев, возраст которых подтвержден на основе изучения остракод и брахиопод. В связи с установлением залежи в афонинском горизонте на разных структурах стоит вопрос детального расчленения этих отложений.

На Карповской площади проведено три интервала отбора керна с целью детализации возраста отложений. Описание керна дается снизу вверх.

<u>1 отбор керна (гл. 5699,21 м, забой)</u> литологически представлен неравномерным переслаиванием толщиной (10–15 см) известняка серого, темно-серого, черного органогенного, участками доломитистого, перекристаллизованного, трещиноватого (вакстоун, мадстоун, разнозернистый биокластово-детритовый, доломитистый, флаустоун, разнозернистый, биокластовый), а также прослоев аргиллитов и редко доломита.

Биокластовые включения характеризуются присутствием остатков брахиопод, трилобитов, остракод и в большом количестве тентикулитов. Наряду с ними из этих отложений определены конодонты *Icriodus struvei* Weddige, *I. orri* Klapper et Barrick, I. sp., *Polygnathus parawebbi* morph. *alfa* Chatterton, *Po.* aff. *kennetensis* Savage, *Coelocerodontus* sp., *Neopanderodus* sp.

<u>2 отбор керна</u> (5666,39 м) характеризуется известняками серовато-коричневыми, серыми, органногенными, комковато-органногенными, перекристаллизованными, неравномерно углефицированными и пиритизированными (вакстоун разнозернистый, биокластово-детритовый, рудстоун-грейнстоун разнозернистый, пелоидно-биокластово-детритовый).

Среди биокластов присутствуют остатки брахиопод, тентакулитов, остракод и иглокожих. Определены единичные фораминиферы *Cribrosphaeroides* sp., *Baituganella* sp., *Parastegnammina* aff. grandissima Pojarkov.

Конодонты представлены следующими таксонами: Bellodella triangularis (Stauffer), B. resima (Phill.), B. devonica (Stauffer), Coelocerodontus sp., Panderodus sp., Pandorinellina sp., Lungipolygnathus lungiformis Hinde, L. aff. pinquis Weddige, Polygnathus parawebbi morph. alfa Chatterton, Po. pseudofoliatus Wittekindt.

<u>З отбор керна (5612,68 м)</u> сложен известняками серыми, темно-серыми, черными, органогенными, горизонтально слоистыми, трещиноватыми (мадстоун разнозернистый с биокластами, пелоидами), с единичными прослоями темно-серого, углефицированного аргиллита.

Биокласты в породе незначительны и представлены остатками тентакулитов, остракод, трилобитов, брахиопод. В конодонтовом комплексе определены виды *Icriodus norfordi* Chat-



Рис. 1. Микрофации афонинского горизонта северной прибортовой зоны Прикаспийской впадины:

^{1 –} Вакстоун тентакулитовый, х 25; 2 – Пакстоун тентакулитовый, х 100; 3 – Вакстоун остракодовый, х 40; 4 – Грейнстоун биокластовый, х 100; 5 – Вакстоун биокластовый, х 40; 6 – Пакстоун-грейнстоун тентакулитовый, х 40

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 2. Конодонты афонинского горизонта северной прибортовой зоны Прикаспийской впадины: 1 – Icriodus norfordi Chat.; 2 – Icriodus orri Klap. et Bar.; 3 – Icriodus orri Klap. et Bar.; 4 – Polygnathus parawebbi morpha a Chatt.; 5 – Linguipolygnathus pinguis (Weddige); 6 – Belodella triangularis Stauffer; 7 – Linguipolygnathus alveolus (Weddige); 8 – Polygnathus parawebbi morpha β; 9 – Polygnathus lungiformis lungiformis Hinde; 10 – Neopanderodus sp. Длина масштабной линейки 0,1 мм



Рис. 3. Миоспоры афонинского горизонта северной прибортовой зоны Прикаспийской впадины: 1 – Lophozonotriletes aff. scurrus Naum.; 2 – Dibollisporites echinaceus Rich.; 3 – Grandispora sp.; 4 – Hymenozonotriletes verus Naum.; 5 – Hymenozonotriletes melamdus Naum.; 6 – Lophozonotriletes sp.

terton, *Polygnathus parawebbi* morph. *alfa* Chatterton, *Po. parawebbi* morph. *betta* Chatterton, *Po. pseudofololiatus* Wittekindt, *Neopanderodus* sp., *Pelekysgnathus* sp., *Coelocerodontus* sp., *Belodella* sp.

Из аргиллитовых прослоев из всех проб выделены близкие споровые комплексы с формами *Retusotrilletes* aff. *communis* Naumova *Lo*. aff. *scurrus* Naumova, *L. lepidus crass* Archangelskaya, *Leiotriletes* aff. *simplex* Naumova, *Dibolisporites* aff. *echinaceus* Rich., *D. crassus* Archangelskaya, *Granulatisporites* sp., *Cirratriradites* sp., *Hymenozonotriletes melanidus* Naumova, *H.* aff. *verus* Naumova.

Общие выводы по комплексному изучению керна:

- Характерно присутствие в разрезе карбонатных пород от рудстоун-грейнстоуна до мадстоун-вакстоуна, которые согласно классификации Д. Уилсона (1975) накапливались во внешней лагуне шельфа и в отдельные отрезки времени на склоне мелководного шельфа.
- 2. Биокласты, содержащиеся в породах, представлены типично морскими животными, обитавшими в условиях теплого моря с нормальной соленостью.
- 3. Анализ списка перечисленной фауны определяют возраст отложений в различной степени детальности, так по бедному составу фораминифер можно говорить лишь о среднедевонском возрасте, споровый комплекс характерен для афонинского горизонта. Приведенный комплекс конодонтов близок к комплексам центральных районов Русской платформы мосоловского слоя и относятся к зоне коckelianus. По межплощадной корреляции разрезов скважин на основе каротажа установлено, что выше отложений описанной в пробе 3 в других скважинах выделяется пачка глинисто-карбонатных пород. Из данной пачки в скважине Г-15 Карачаганак определены конодонты *Polygnathus xylus ensensis* Zigler et Klаррег, *P. disparilis* (заключение H.C. Овнатановой), позволяющие отнести данную пачку к верхам мосоловских слоев – нижняя подзона P. ensensis. Эти отложения перекрываются темно-серыми аргиллитами с включением спорового комплекса, характерного для черноярских слоев.

Таким образом, по результатам изучения конодонтов уверенно выделяются самостоятельно отложения мосоловских слоев в северной прибортовой зоне Прикаспийской впадины отвечающие зоне коckelianus – и нижней подзоне Р. ensensis. В целом для изученного комплекса конодонтов характерно преобладание полигнатид и икродид. Большой интерес представляет присутствие видов рода *Belodella*, которые обитали в условиях рифа и вблизи него (Халымбаджа, Чернышева 1981, Аристов, 1988). На основании этого можно прогнозировать в афонинском горизонте небольшие локальные органогенные постройки, что важно при прогнозе нефтегазоносности региона.

Результаты комплексного изучения разрезов скважин могут служить основой при построении седиментационной модели месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аристов В.А. Девонские конодонты центрального девонского поля (Русская платформа). М.: Наука, 1988. 120 с.

Халымбаджа В.Г., Чернышева Н.Г. Конодонты рода *Belodella* из верхнедевонских отложений Волго-Камского края // Биостратиграфия и палеонтология палеозойских отложений Востока Русской платформы и Западного Приуралья. Казань: из-во Казанск. ун-та, 1970. С. 104–116.

Уилсон Дж.Л. Карбонатные фации в геологической истории. М., 1980. 463 с.

КОНОДОНТЫ КАСИМОВСКОГО ЯРУСА (ВЕРХНИЙ КАРБОН) РАЗРЕЗА ЩЕРБАТОВКА (РЯЗАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.В. Горева¹, А.С. Алексеев^{2,3}, Д.И. Леонтьев⁴

¹Геологический институт (ГИН РАН), Москва, n.v.goreva@mail.ru ² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова ³ Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва ⁴ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург

KASIMOVIAN CONODONTS (UPPER PENNSYLVANIAN) OF THE SHCHERBATOVKA SECTION (RYAZAN REGION)

N.V. GOREVA¹, A.S. ALEKSEEV^{2, 3}, D.I. LEONTIEV⁴

¹ Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, n.v.goreva@mail.ru
² Lomonosov Moscow State University, Moscow, aaleks@geol.msu.ru
³ Borissiak Paleontological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow
⁴Karpinsky All- Russian Geological Institute (VSEGEI), St. Petersburg

Conodonts of the Kasimovian (Upper Pannsylvanian) are studied in the Shcherbatovka section (Oka-Tsna Swell, Ryazan Region). In the section, the Khamovnikian and Doromilovian substages are exposed. In the deeper-water facies, in comparison with the typical area, of the Khamovnikian Substage, the presence of the conodont *Idiognathodus turbatus* and *I. heckeli* were established. These species are considered as the potential markers to the lower boundary of the global Kasimovian Stage of the Carboniferous.

Key words: Kasimovian Stage, Pennsylvanian, conodonts.

Верхнекаменноугольные отложения Окско-Цнинского вала в его южной части, где эту структуру прорезает долина р. Оки, изучены совершенно недостаточно, так как вскрывавшие их в XIX и начале XX в. многочисленные карьеры давно не разрабатываются, в связи с чем их разрезы недоступны. В карьерах Касимовского района вскрываются в основном пограничные отложения московского и касимовского ярусов, изучение более высоких слоев касимовского яруса возможно лишь в разрезе у дер. Щербатовка. Разрез расположен более чем в 100 км юго-восточнее типового района касимовского яруса (район г. Воскресенска). Здесь еще видны заброшенные каменоломни, которые с 1976 г. являются особо охраняемой природной территорией «Щербатовские известняки». Это не только геологический памятник природы, но и единственное место в Касимовском районе, где можно изучать касимовские отложения почти в полном объеме. Несмотря на значительные успехи в корреляции касимовского яруса Подмосковья с миссурием Мидконтинента США на основании комплексов конодонтов (Heckel et al., 2007), из-за существенного эндемизма конодонтовых фаун эта проблема еще не получила своего разрешения (Горева, Алексеев, 2010; Goreva, 2009). В качестве одного из потенциальных маркеров нижней границы глобального касимовского яруса рассматривался *Idiognathodus sagittalis* Kozitskaya in Kozitskaya et al., 1978 (Villa and Task Group, 2005). Этот вид определялся нами с основания неверовской свиты хамовнического горизонта Подмосковья. Позднее была проведена ревизия систематического состава рода *Idiognathodus* нижней части миссурия США и выделен целый ряд новых видов, в частности *I. turbatus* Rosscoe et Barrick, 2009 (Rosscoe, Barrick, 2009). Последний стал рассматриваться международной рабочей группой по установлению нижней границы касимовского и гжельского ярусов как более подходящий индекс для основания глобального касимовского яруса (Ueno and Task Group, 2009). На южном крыле Московской синеклизы морфотипы, сходные с *I. turbatus*, встречаются редко, тогда как в разрезе Щербатовка такие формы оказались более многочисленными. Более того, в комплексе конодонтов установлен вид I. heckeli Rosscoe and Barrick, 2013, впервые описанный из разрезов Мидконтинента и предложенный в качестве предкового для *I. turbatus* (Rosscoe and Barrick, 2013). Эволюционная линия I. heckeli — I. turbatus установлена и в разрезе Нацин Южного Китая, а теперь и на Окско-Цнинском валу Восточно-Европейской платформы. Поэтому документация конодонтовой характеристики этого разреза представляется крайне важной задачей. Детальное опробование на конодонты проводилось нами в 1993 г., но полученные данные нигде не публиковались. Материалом для исследования послужили 30 образцов общим весом 52 кг, почти во всех были обнаружены конодонтовые элементы. Всего выделено 932 элемента, в том числе 626 платформенных. Изображения характерных видов представлены на палеонтологических таблицах (табл. 1, 2). Распространение конодонтов по разрезу приведено на рис. 1.



Рис. 1. Распространение конодонтов в разрезе Щербатовка, Касимовский район

В разрезе Шербатовка, видимой мощностью 13 м, представлены карбонатно-терригенные породы хамовнического и дорогомиловского горизонтов касимовского яруса, а в самой верхней части – возможно, гжельского яруса.

Нижняя часть хамовнического горизонта (основание неверовской свиты) и кревякинский горизонт в настоящее время не видны и разрез начинается с верхней половины неверовской свиты.

Хамовнический горизонт. Верхняя часть неверовской свиты представлена толщей переслаивания известняков светло-серых, крупнодетритовых, пестроокрашенных глинистых известняков с кораллами и брахиоподами и красноватых глин. Видимая мощность 3,2 м. Комплекс конодонтов (обр. 1–11) представлен многочисленными *Idiognathodus heckeli* Rosscoe et Barrick, 2013 (45%), редкими *Id. turbatus* Rosscoe et Barrick, 2009 и *Id.* aff. *sagittalis* Kozitskaya, 1979, а также *Id.* aff. *trigonolobatus* Barskov et Alekseev, 1976 и *Gondolella* sp. В верхней части свиты отмечены немногочисленные *Idiognathodus* aff. *neverovensis* Goreva et Alekseev, 2006. Комплекс отвечает зоне sagittalis (Горева, Алексеев, 2010) и отличается от такового типовой местности неверовской свиты (карьер Афанасьево, Goreva et al., 2009) только обратным процентным соотношением видов *Id. turbatus+Id. heckeli/Id.* aff. *neverovensis*, а также присутствием *Gondolella*, являющимися показателями относительно глубоководной биофации. Наличие довольно многочисленных *Id. heckeli* Rosscoe et Barrick, 2013 свидетельствует о широком географическом распространении этого вида и возможности более точной корреляции с разрезами Мидконтинента и Южного Китая.

Дорогомиловский горизонт. Представлен желтовато-белыми доломитизированными известняками, местами кавернозными, и пачками глинистых известняков, почти мергелей. В нижней части встречены редкие Id. aff. neverovensis, Id. sp. и Gondolella. Комплекс обогащается начиная со слоя 14, в нем появляются *Id. mestsherensis* Goreva et Alekseev, 2006 и единичные Diplognathodus. В Подмосковье подобный комплекс конодонтов характеризует мещеринскую свиту. Особенность разреза Щербатовка заключается в том, что мощность дорогомиловского горизонта по сравнению с его мощностью на территории Москвы, где он был установлен, существенно (в 2–3 раза) сокращена, и выделение свит затруднено. Следующее обновление комплекса конодонтов происходит с с уровня слоя 17 и связано с появлением Id. magnificus Stauffer et Plummer, 1932. В верхней части разреза (слой 25) определены Streptognathodus pawhuskaensis (Harris et Hollingsworth, 1933), S. cf. zethus Chernykh et Reshetkova, 1987. Эти виды характерны для зоны firmus самой верхней части касимовского горизонта Подмосковья и Южного Урала. Следует отметить полное отсутствие в комплексах элементов мелководного рода Adetognathus и постоянное (в 12 образцах) нахождение относительно глубоководного рода Gondolella. Все это указывает на заметно большую глубоководность касимовского морского бассейна в районе Щербатовки в сравнении с подмосковными разрезами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горева Н.В., Алексеев А.С. Конодонтовые зоны верхнего карбона России и их глобальная корреляция // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. № 6. С. 35–48.

Goreva, N., Alekseev, A., Isakova, T., Kossovaya, O. Biostratigraphical analysis of the Moscovian /Kasimovian transition in the neostratotype of Kasimovian Stage (Afanasievo section, Moscow Basin, Russia) // Palaeworld. 2009. V. 18. P. 102–113.

Heckel, P.H., Alekseev, A.S., Barrick, J.E., Boardman, D.R., Goreva, N.V., Nemyrovska, T.I., Ueno, K., Villa, E., Work, D.M. Cyclothem ["digital"] correlation and biostratigraphy across the global Moscovian-Kasimovian-Gzhelian stage boundary interval (Middle-Upper Pennsylvanian) in North America and eastern Europe // Geology. 2007. Vol. 35. N 7. P. 607–610.

Rosscoe, S.J., Barrick, J.E. *Idiognathodus turbatus* and other key taxa of the Moscovian-Kasimovian Boundary Interval in the Midcontinent Region, North America: Newsletter on Carbonif. Stratigr. 2009. V. 27. P. 21-25.

Rosscoe, S. J., Barrick, J. E. North American species of the conodonts genus *Idiognathodus* from the Moscovian-Kasimovian boundary composite sequence and correlation of the Moscovian-Kasimovian Stage boundary // In the Carboniferous–Permian Transition (Lucas, S. G., et al. eds.). New Mexico Museum of Natural History and Science. Bulletin 60. 2013. P. 354–371.

Ueno, K. and Task Group. Report of the Task Group to establish GSSPs at the Moscovian–Kasimovian and Kasimovian–Gzhelian boundaries // Newsletter Carbonif. Stratigr. 2009. V. 27. P. 14–18.

Villa, E. and Task Group. Report of the Task Group to establish GSSPs at the Moscovian–Kasimovian and Kasimovian–Gzhelian boundaries // Newsletter Carbonif. Stratigraphy. 2005. V. 23. P. 9–10.



Таблица 1. Конодонты касимовского яруса разреза Шербатовка (Рязанская обл., Касимовский район). Изображенные экземпляры хранятся в МГУ, кафедра палеонтологии, коллекция № 244. Линейка 100 µm, вид с оральной стороны. Фиг. 1, 2, 5, 7, 8, 10-14. *Idiognathodus heckeli* Rosscoe et Barrick: 1 - № 244/701, левый элемент, обр. 1/2; 2 - № 244/704, левый элемент, обр. 1/1; 5 - № 244/702, левый элемент, обр. 3; 7 - № 244/708, правый элемент, обр. 1/2; 2 - № 244/703, обр. 1/2; 10 - № 244/710, левый элемент, обр. 6; 11 - № 244/711, левый элемент, обр. 7; 12 - № 244/712, левый элемент, обр. 10; 13 - № 244/713, правый элемент, обр. 3; 14 - № 244/714, обр. 6; Фиг. 9. *Idiognathodus* aff. *sagittalis* Kozitskaya: № 244/709, правый элемент, обр. 10; Фиг. 3, 4, 6. *Idiognathodus turbatus* Rosscoe et Barrick: 3 - № 244/705, правый элемент, обр. 2, 4 - № 244/706, левый элемент, обр. 2, 6 -, № 244/707, правый элемент, обр. 2; все экз. — хамовнический горизонт, неверовская свита



Таблица 2. Конодонты касимовского яруса разреза Шербатовка (Рязанская обл., Касимовский район). Изображенные экземпляры хранятся в МГУ, кафедра палеонтологии, коллекция № 244. Линейка 100 µm, вид с оральной стороны. Фиг. 1, 12, 13. *Idiognathodus magnificus* Stauffer et Plummer: 1-№ 244/715, левый элемент, обр.24/2; 12 - № 244/716, левый элемент, обр.24/2; 13 - № 244/717, левый элемент, обр. 25/2; дорогомиловский горизонт. Фиг. 2-4, 6. *Streptognathodus* aff. *neverovensis* Goreva et Alekseev: 2 - № 244/718, правый элемент, обр. 11; 6-№ 244/719, левый элемент, обр. 6, хамовнический горизонт, неверовская свита; 4 - № 244/720, правый элемент, обр. 24/2; 8 - № 244/721, левый элемент, обр. 6, хамовнический горизонт, неверовская свита. Фиг. 5, 7, 8. *Idiognathodus mestsherensis* Goreva et Alekseev: 5 - № 244/722, левый элемент; 7 - № 244/723, левый элемент, обр. 24/2; 8 - № 244/724, правый элемент, обр.14/2, дорогомиловский горизонт. Фиг. 9, 10. *Streptognathodus pawhuskaensis* (Harris et Hollingsworth): 9 - № 244/725, левый элемент, 10 - № 244/726, левый элемент, обр.25/1, дорогомиловский горизонт. Фиг. 9, 10. *Streptognathodus pawhuskaensis* (14лгis et Hollingsworth): 9 - № 244/725, левый элемент, 10 - № 244/726, левый элемент, обр.25/1, дорогомиловский горизонт. Фиг. 9, 10. *Streptognathodus pawhuskaensis* (244/727, правый элемент, 05, 24/725, левый элемент, 06, 244/726, левый элемент, 06, 25/1, дорогомиловский горизонт. Фиг. 9, 10. *Streptognathodus pawhuskaensis* (244/727, правый элемент, 05, 25/1, дорогомиловский горизонт. Фиг. 11. *Idiognathodus* aff. *trigonolobatus* Barskov et Alekseev: № 244/727, правый элемент, 05, 25/2, дорогомиловский горизонт. Фиг. 244/728, левый элемент, 06, 25/2, дорогомиловский горизонт.
КОНОДОНТЫ КАСИМОВСКОГО ЯРУСА ТИПОВОГО РЕГИОНА

Н.В. Горева¹, А.С. Алексеев^{2,3}

¹Геологический институт (ГИН РАН), Москва, n.v.goreva@mail.ru ²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, aaleks@geol.msu.ru ³Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва

CONODONTS OF THE KASIMOVIAN STAGE AT THE TYPE REGION

N.V. GOREVA¹, A.S. ALEKSEEV^{2,3}

¹ Geological institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, n.v.goreva@mail.ru
² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, aaleks@geol.msu.ru
³ Borissiak Paleontological Institute Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Kasimovian stage is stage of the Pennsylvanian series. Its come from Russia, it spite of the stage name, its type areas are vicinity of Voskresensk region in the Lower stream of the Moscow River for lower part and the Moscow city region for upper part. Stratotypes of the entire Krevyakinian and Khamovnikian Substages were established in the Voskresensk region and no longe exist. Biostratigraphical analysis of Kasimovian conodonts was done at the neos-tratotype of the Kasimovian Stage (Late Pennsylvanian), Afanasievo Section and keys boreholls Perkhurovo and 89 Iliinskii pogost (Voskresensk area).

Key words: Kasimovian Stage, Pennsylvanian, conodonts.

Международная стратиграфическая шкала каменноугольной системы с ее делением на подсистемы, отделы и ярусы ратифицирована Международным союзом геологических наук в 2004 г. Российские ярусные подразделения среднего и верхнего карбона (или пенсильванской подсистемы) закреплены в глобальной шкале каменноугольной системы, хотя стратотипы их границ до сих пор еще не зафиксированы. Касимовский ярус в стратиграфической последовательности карбона был установлен в 1949 г. (Теодорович, 1949). Несмотря на название яруса, его типовая местность – нижнее течение р. Москвы в районе г. Воскресенска. Этот район послужил А.П. Иванову (1926) эталонным для выделения тегулиферового (затем тегулиферинового) горизонта, с которого он начинал верхний отдел карбона. В унифицированной стратиграфической схеме (Решение..., 1990) касимовский ярус подразделяется на три горизонта – кревякинский, хамовнический и дорогомиловский. Стратотипы подразделений кревякинского горизонта, выделенные в районе г. Воскресенска (Московская обл.) ныне не сохранились. Стратотип дорогомиловского горизонта располагался в Дорогомилово (ныне территория Москвы) и тоже не сохранился. Разрез карьера Афанасьево, расположенный в 5 км к юго-западу от Воскресенска, предложен в качестве неостратотипа касимовского яруса, кревякинского горизонта и двух его составляющих свит (суворовской и воскресенской), а также ратмировской и неверовской свит хамовнического горизонта (Махлина и др., 2001). Проведена модернизация расчленения дорогомиловского горизонта с выделением новых свит (Алексеев и др., 2015).

Конодонты в верхнем карбоне Москвы и Подмосковья впервые были обнаружены первооткрывателем этой группы Х. Пандером в 1856 г. и начали изучаться И.С. Барсковым, А.С. Алексеевым и Н.В. Горевой (1975, 1979 и др.) спустя 120 лет. С тех пор характеристика конодонтов верхнего карбона с той или иной степенью детальности отражена в многочисленных работах, получена расширенная комплексная биостратиграфическая характеристика, описаны новые виды и предложена зональная шкала (Махлина и др., 2001; Goreva et al., 2009; Alekseev et al., 2009; Горева, Алексеев, 2010 и др.). Для более полной характеристики нижней половины яруса в его типовой местности (Воскресенский район, Подмосковье) ревизовано распространение конодонтов в разрезе Афанасьево и в опорной скважине 89 Ильинский погост, а также получены новые данные по скважине, пробуренной в 2000 г. близ дер. Перхурово (Воскресенский район) (рис. 1), которая вскрыла в полном объеме кревякинский и хамовнический горизонты и перхуровскую свиту дорогомиловского горизонта и именно для нее приведены основные сведения.



ТРУДЫ XVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24–29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

Рис. 1. Опорные разрезы касимовского яруса в типовой местности

Московский ярус. Мячковский горизонт.

Песковская свита. Комплекс конодонтов мячковского горизонта московского яруса довольно беден. Встречаются Neognathodus inaequalis Kozitskaya et al., 1978, Idiognathodus delicatus Gunnell, 1931, Diplognathodus coloradoensis (Murray et Chronic, 1965) в верхней части D. orphanus (Merrill, 1973) и Hindeodus minutus (Ellison, 1941). Типичные Neognathodus roundyi (Gunnell, 1931) появляются с середины домодедовской свиты и особенно характерны для песковской свиты. В самой верхней части песковской свиты встречены N. dilatus (Stauffer et Plummer, 1932), а также представители Adetognathus, указывающие на обмеление и отклонение солености от нормальной. Отложения свиты отвечают зоне Neognathodus roundyi (Mахлина и др., 2001).

Касимовский ярус. Кревякинский горизонт.

Суворовская свита (инт. 40,2–45,9 м). В основании кревякинского горизонта, совпадающего с перерывом и очень сильным осушением, происходит существенное обновление таксономического состава комплекса конодонтов. Оно связано с полным исчезновением представителей рода *Neognathodus* и преобладанием стрептогнатодусов. С основания суворовской свиты впервые появляется и сразу доминирует *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva, 2001). Уровень появления этого вида фиксирует традиционную нижнюю границу яруса в типовой местности. В комплексе впервые появляются и сразу становятся массовыми *Idiognathodus fischeri* Alekseev et Goreva, 2001, важную роль в комплексе играют *Idiognathodus delicatus* Gunnell. Суворовской свите отвечает зона Swadelina subexcelsa, комплекс зоны характерен и легко узнается на всей территории Московской синеклизы, на Южном Урале и в Донбассе. Недавно этот вид установлен в Южном Китае (Hu et al., 2017), широкое географическое распространение делает возможным рассматривать этот вид в качестве глобального маркера при определении нижней границы касимовского яруса. Однако предок этого вида пока не установлен.

Воскресенская свита (40,2–34,6 м). В воскресенской свите встречаются практически все виды известные из суворовской. Наиболее характерным является доминирование Swadelina makhlinae (Alekseev et Goreva, 2001), появляющегося с основания свиты. Комплекс воскресенской свиты таксономически беден и включает, кроме S. makhlinae, также Idiognathodus trigonolobatus Barskov et Alekseev, 1976. Зона Swadelina makhlinae в районе Воскресенска охватывает воскресенскую свиту в полном объеме.

Хамовнический горизонт

Конодонты хамовнического горизонта довольно обильны, но их комплекс в типовой местности таксономически беден.

Ратмировская свита (34,6–32,9 м) сложена в основном мадстоунами и более или менее разнообразный комплекс конодонтов есть только в ее основании. Конодонты представлены главным образом мелководными Adetognathus, Hindeous, Diplognathodus, peqкими Idiognathodus aff. arendti Barskov et Alekseev, 1976 и I. aff. trigonolobatus Barskov et Alekseev, 1976. В основании свиты в разрезе Афанасьево отмечены единичные Swadelina makhlinae (Alekseev et Goreva, 2001) и формы переходные от I. trigonolobatus к Idiognathodus sp. n. 1.

Неверовская свита (32,9-20,0 м) делится на 4 пачки: базальную, нижнюю, среднюю и верхнюю (Heckel et al., 2007; Goreva et al., 2009). Базальная часть свиты содержит сходный комплекс конодонтов ратмировской свиты. Idiognathodus neverovensis (Goreva et Alekseev, 2006), появляется в верхней части базальной пачки вместе с многочисленными Hindeodus и Diplognathodus, а также формами близким к I. arendti Barskov et Alekseev, 1975 и I. aff. *eccentricus* (Ellison, 1941). Нижняя пачка неверовской свиты содержит уже обильных *Idiog*nathodus neverovensis (Goreva et Alekseev, 2006) Hindeodus и Diplognathodus и редких Idiognathodus aff. arendti и I. aff. trigonolobatus. В основании средней пачки неверовской свиты в разрезе Афанасьево отмечено первое появление *Idiognathodus sagittalis* Kozitskaya, 1978, довольно редких. Уровень первого появления этого вида некоторое время рассматривался международной рабочей группой в качестве потенциального маркера нижней границы касимовского яруса (Villa and Task Group, 2005 и др.). Формы, которые могли бы рассматриваться как предковые для I. sagittalis Kozitskaya, 1978, были найдены в верхней части суворовской свиты и в воскресенской свите, где они становятся более многочисленными и продвинутыми. Мы рассматривали их как *Idiognathodus* sp. n. 1. (Goreva et al., 2009). Однако в скв. Перхурово такие формы установлены не были. Позднее была проведена ревизия систематиче-



Таблица. Конодонты касимовского яруса типовой местности. Вид с оральной стороны, линейка 100 мµ. Фиг. 1. Swadelina subexcelsa (Alekseev et Goreva): № 244/601, левый элемент, обр. АФ-4-3-3, карьер Афанасьево, кревякинский горизонт, суворовская свита. Фиг. 2, 3, 6. Swadelina makhlinae (Alekseev et Goreva): 2 – № 244/602, левый элемент, обр. АФ-4-11-3, карьер Афанасьево; 3 – № 244/801, правый элемент, обр. ПХ-74; 6 – № 244/802, левый элемент, обр. ПХ-73, скв. Перхурово, кревякинский горизонт, воскресенская свита. Фиг. 4, 5. Idiognathodus heckeli Rosscoe et Barrick: 4 – № 244/804, левый элемент, обр. ПХ-32; 5 – № 244/805, правый элемент, обр. ПХ-31, скв. Перхурово, хамовнический горизонт, неверовская свита. Фиг. 7. Idiognathodus turbatus Rosscoe et Barrick: № 244/725, правый элемент, обр. ПХ-37, скв. Перхурово, хамовнический горизонт, неверовская свита. Фиг. 8. Idiognathodus fischeri Alekseev et Goreva: № 244/806, правый элемент, обр. 4-4-3, карьер Афанасьево, кревякинский горизонт, суворовская свита. Фиг. 9, 12. Idiognathodus trigonolobatus Barskov et Alekseev: 9 – № 244/807, правый элемент, обр. ПХ-73, 12 – № 244/808, правый элемент, обр. ПХ-81, скв. Перхурово, кревякинский горизонт, воскресенская свита. Фиг. 10, 11, 13. Idiognathodus neverovensis (Goreva et Alekseev): 10 – № 244/809, левый элемент, 11 – № 244/810, правый элемент, обр. ПХ-46; 13 – № 244/811, левый элемент, обр. 42, скважина Перхурово, хамовнический горизонт, неверовская свита

ского состава рода *Idiognathodus* нижней части миссурия США и выделен целый ряд новых видов, в частности I. turbatus Rosscoe et Barrick, 2009 (Rosscoe, Barrick, 2009). Последний стал рассматриваться международной рабочей группой по установлению нижней границы касимовского и гжельского ярусов как более подходящий индекс для основания глобального касимовского яруса (Ueno and Task Group, 2009). Редкие морфотипы сходные с I. turbatus Rosscoe et Barrick, 2009 в разрезе Афанасьево появляются практически одновременно с Idiognathodus sagittalis Kozitskaya, 1978. В комплексе конодонтов неверовской свиты в разрезе Перхурово I. turbatus Rosscoe et Barrick, 2009 составляют основной фон комплекса, кроме того впервые в Подмосковье установлен вид *I. heckeli* Rosscoe and Barrick, 2013, описанный из разрезов Мидконтинента и предложенный в качестве предкового для *I. turbatus* (Rosscoe and Barrick, 2013). В комплексе также присутствуют многочисленные I. neverovensis (Goreva et Alekseev, 2006). Появление *Gondolella* в верхней части средней пачки неверовской свиты свидетельствует об углублении бассейна. В Подмосковье большая часть неверовской свиты отвечают зоне Idiognathodus sagittalis (Горева, Алексеев, 2010), хотя этот вид имеет ограниченное распространение и, вероятно, название зоны потребует замены. Изучение верхней половины неверовской свиты в данном регионе доступно только по материалам скважин (Перхурово, Ильинский погост и др.). В комплексе преобладают I. neverovensis (Goreva et Alekseev, 2006) и I. turbatus Rosscoe et Barrick, 2009, впервые появляются Streptognathodus cancellosus Gunnell 1931 и S. isakovae Goreva et Alekseev, 2006.

Дорогомиловский горизонт. Перхуровская свита (20,0–17,2 м). Комплекс конодонтов перхуровской свиты сходен с таковым верхней части неверовской свиты. Доминируют Streptognathodus cancellosus Gunnell 1931, S. isakovae Goreva et Alekseev, 2006 и Idiogna-thodus turbatus. Отмечены единичные находки Idiognathodus magnificus Stauffer et Plummer. Выделена зона cancellosus.

Наиболее характерные виды конодонтов нижней части касимовского яруса типовой местности представлены на фототаблице. Изображенные экземпляры хранятся в МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра палеонтологии, коллекция № 244, Москва, Россия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев А.С., Горева Н.В., Исакова Т.Н., Коссовая О.Л. Новая схема литостратиграфического расчленения пограничных отложений касимовского и гжельского ярусов Подмосковья // Бюллетень РМСК по центру и югу Русской платформы. М.: РМСК. Вып. 6. 2015. С. 46–60.

Барсков И.С., Алексеев А.С. Конодонты среднего и верхнего карбона Подмосковья // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1975. № 6. С. 84–99.

Горева Н.В., Алексеев А.С. Конодонтовые зоны верхнего карбона России и их глобальная корреляция // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. № 6. С. 35–48.

Иванов А.П. Средне- и верхнекаменноугольные отложения Московской губернии // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1926. Т. 4. Вып. 1–2. С. 133–180.

Махлина М.Х., Алексеев А.С., Горева Н.В. и др. Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). Т. 2. Палеонтологическая характеристика. М.: Научный Мир, 2001. 328 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.

Теодорович Г.И. О подразделении верхнего карбона на ярусы // Докл. АН СССР. 1949. Т. 67. № 3. С. 537-540.

Goreva, N., Alekseev, A., Isakova, T., Kossovaya, O. Biostratigraphical analysis of the Moscovian /Kasimovian transition in the neostratotype of Kasimovian Stage (Afanasievo section, Moscow Basin, Russia) // Palaeworld. 2009. Vol. 18. P. 102–113.

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. №. 7. P. 607–610.

Hu, K., Oi, Y., Wang, X.D., Nemirovska, T.I., Chen J. Early Pennsylvanian conodonts from the Luokun section of Loudian, Guizhou, South China. Palaeoworld. 2017. Vol. 26. P. 64–82.

Villa, E. and Task Group. Report of the Task Group to establish GSSPs at the Moscovian–Kasimovian and Kasimovian–Gzhelian boundaries // Newsletter Carbonif. Stratigr. 2005. Vol. 23. P. 9–10.

Ueno, K. and Task Group. Report of the Task Group to establish GSSPs at the Moscovian–Kasimovian and Kasimovian–Gzhelian boundaries // Newsletter Carbonif. Stratigr. 2009. Vol. 27. P. 14–18.

СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПРОТО- И ЭУКОНОДОНТОВЫХ ЖИВОТНЫХ

Г.И. Гуравская¹, А.П. Касаткина²

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, buryi@mail.ru ²Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, apkas@mail.ru

SIMILARITY AND DIFFERENCE MORPHOLOGICAL FEATURES OF PROTO- AND EUCONODONT ANIMALS

G.I. Guravskaya¹, A.P. Kassatkina²

¹Far East Geological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok ²V.I. Il'ichev Pacific Institute of Oceanography, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

It was established that in the inner and outer structure of the proto- and euconodont animals there are common morphological features: (1) Presence of skeletal attaching elements; (2) Similar muscular system; (3) Absence of notochord; (4) Similar reproductive organs. There are some taxonomic features that make the proto- and euconodont animals different: (1) Organs of food entrapment; (2) Number of the attaching plates; (3) Presence of the food sac in the euconodonts; (4) Different ethology.

Key words: protoconodont and euconodont animals, morphology.

Названия прото- и эуконодонтовых животных происходят от обозначения гистологических типов их зубных элементов. Для протоконодонтовых животных характерны зубные элементы, нарастание вещества у которых происходило изнутри, со стороны базальной полости (Bengtson, 1976). Эти зубные элементы, по-видимому, были производными наружного эпителия животного. У эуконодонтовых животных крона зубных элементов формировалась путем внешнего нарастания слоев в то время, когда зубцы находились в нерабочем положении и были полностью втянуты в эпителиальную складку. Чрезвычайное морфологическое сходство зубных элементов прото- и эуконодонтов между собою, существование группы параконодонтов, которые по характеру нарастания вещества иногда рассматриваются как переходные между первыми двумя, дало возможность предположить существование единой эволюционной цепи между этими типами конодонтовых элементов (Bengtson, 1983). Однако когда Х. Шанявский сравнил раннепалеозойские протоконодонтовые зубные элементы Prooneotodus? tenuis (Müller) с хватательными щетинками современных Chaetognatha, было обнаружено их большое морфологическое и структурное сходство (Szaniawski, 1982). В результате этого исследования было установлено, что протоконодонтовые зубные элементы являются щетинками хетогнат (Szaniawski, 2005) (рис. 1) и, следовательно, несущие их животные должны относиться к типу Chaetognatha Leucart, 1854. «По существу собственно конодонтами являются только эуконодонты...» (Барсков, 1985) и они, по нашему мнению, относятся к другому типу животных – Euconodontophylea Kassatkina et Buryi, 1997 (Kacarкина, Бурий, 1997).

Исследовались представители протоконодонтовых животных – ископаемые хетогнаты *Protosagita spinosa* из нижнего кембрия Китая (Chen, Huang, 2002), *Paucijaculum samamithion* из верхнего карбона Северной Америки (Schram, 1973), а также современные – родов *Spadella, Aberrospadella, Bathyspadella, Heterokronia* и *Eukronia* (Касаткина, 1982). Одновременно проводилось сравнительно-морфологическое изучение отпечатков эуконодонтовых животных из верхнеордовикских отложений Южной Африки (Aldridge & Theron., 1993), силурийских Висконсина (North America) (Mikulic et al., 1985), нижнекарбоновых Шотландии (Briggs et al., 1983; Aldridge et al., 1986, 1993) и Приполярного Урала (Россия) (Buryi et al., 2010). Также учитывались данные о морфологии разрозненных H скелетных элементов из нижнетриасовых отложений Южного Приморья (Buryi, Kassatkina, 2004).

Установлены общие морфологические признаки внутреннего и внешнего строения прото- и эуконодонтовых животных:

1. Наличие Н скелетных прикрепительных элементов или пластин. Животные эуконодонты сходны с протоконодонтами в характере построения опорных конструкций тела.

По нашим данным, опорные каркасы прото- и эуконодонтов представлены скелетными головными прикрепительными пластинками и мускульной системой. Н скелетные головные пластинки хетогнат (1) служат для прикрепления и опоры мощного зубного аппарата, состоящего из щетинок (2) (протоконодонтов) и зубчиков (3) (параконодонтов), а также для прикрепления туловищной мускулатуры (Kühl, 1938) (рис. 2).

Эта морфологическая структура характеризует как древних, так и современных щетинкочелюстных, являясь характерным признаком типа (Касаткина, Столярова, 2010). Эуконодонтовые животные также имели парные головные Н прикрепительные пластинки (Buryi, Kassatkina, 2004), которые служили для прикрепления мышц, соединяющих зубные элементы ротового аппарата, находящихся в пищевом мешке, и для управления ими в процессе питания (Guravskaya, Kassatkina, 2015) (рис. 3)

2. Сходная мускульная система. У протоконодонтовых животных наблюдается поперечно-полосатая мускулатура (придонные мелководные *Spadella* и *Aberrospadella* и глубоководные *Bathyspadella*, а также батипелагические *Heterokronia* и *Eukronia*) (Касаткина, 1982) (рис. 4а). У эуконодонтовых животных также существуют внутренние поперечные мускульные структуры тела. Различаются косо-ориентированные и перпендикулярные мускульные тяжи, ориентация которых, по-видимому, зависит от направления движения животного. Угол схождения поперечной мускулатуры эуконодонтов может быть направлен или к голове, или в противоположном направлении – к хвосту (рис. 4б) (Kassatkina, Buryi, 2007).

3. Отсутствие нотохорда. На рисунке видно, что продольная светлая структура у шестого отпечатка эуконодонтового животного из нижнекарбоновых отложений Шотландии не является нотохордом. Это кишка, из которой выходят экскременты (рис. 4б).

У отпечатка древней хетогнаты *Protosagita spinosa* из нижнего кембрия Китая также хорошо заметна узкая светлая продольная структура (intestine), начинающаяся от головы и заканчивающаяся в задней части тела анальным отверстием (anus) (рис.5).

4. Сходные органы размножения. Органы размножения протоконодонтов хорошо видны у *Protosagita spinosa* из нижнего кембрия Китая. Отпечаток в конце хвостового отдела – прозрачный, а ближе к центру темный – это яичник (рис. 5).

У эуконодонтов, судя по первому отпечатку из Грантона, также хвостовой отдел заполнен, предположительно, мужскими половыми структурами. А на его плавниковых лучах видны структуры, которые по форме напоминают сперматофоры, имеющиеся у протоконодонтов (хетогната). Также у шестого отпечатка из Грантона задняя пара плавников плотно пронизана плавниковыми лучами, обильно усеянными крупными шарообразными комками. Предположительно, это также сперматофоры, которые выделяются из полости хвостового отдела (рис. 6).

Таксономические признаки отличающие прото- и эуконодонтов:

1. Отличаются органы захвата пищи. У протоконодонтов, на примере ныне живущих хетогнат, щетинки и зубчики находятся на поверхности головы и служат для непосредственного захвата (щетинки) и удержания (зубчики) подвижной добычи в глотке (Kühl, 1938) (рис. 2). У эуконодонтовых животных все зубные элементы находятся внутри туловища, в пищевом мешке. По-видимому, часть из них были приспособлены для фильтрации пищевых частиц от воды.

2. Различное число прикрепительных пластин. Самым большим различием между прото- и эуконодонтовыми животными является различное строение их головных скелетных аппаратов. У протоконодонтов они содержат четыре скелетных пластинки (две пары). Одна пара расположена на (а) вентральной стороне головы (*Aberrospadella verruculosa*) и другая на (б) дорзальной стороне (*Ferosagitta ferox*). А у эуконодонтовых животных есть только две пластины (в) (одна пара) (рис.7). Головные пластинки играют очень важную роль в строении и эволюции этих групп, так как у протоконодонтовых животных четыре массивных мускульных полосы прикреплены к четырем скелетным пластинам, в то время как у эуконодонтов – только две.

3. Существование пищевого мешка у эуконодонтов. Все зубные элементы и их соединительные ткани находились в округлом пищевом мешке, расположенном на внешней вентральной стороне животного (рис. 8). Предположительно, в процессе функционирования пищевого мешка, поступающие в него пищевые частицы, отфильтровывались от воды, которая удалялась через специальные отверстия в голове. При этом образовывался пищевой комок и перемещался по пищевому каналу (кишечнику) (Guravskaya, Kassatkina, 2015).



Рис. 1. Сравнительное изучение показывает многочисленные структуры, сходные между протоконодонтовыми животными – (A-C) *Oesia disjuncta* Walcot, 1911 и современными хетогната: (D) *Archeterokrohnia rubra* Casanova; (E) *Heterokrohnia mirabilis* Ritter-Záhony; (F) *H. furnestine* Casanova et Chidgey (Szaniawski, 2005)



Рис. 2. (а, б, в) Скелетные головные прикрепительные элементы современных хетогнат



Рис. 3. Н скелетные элементы эуконодонтов (Aldridge et al., 1993)



б

а Рис. 4 (а, б). Поперечно-полосатая мускулатура: (а) протоконодонтов (Касаткина, 1982) и (б) эуконодонтов (Aldridge et al., 1993)



Рис. 5 (a, b, c). Орган размножения протоконодонтового животного – яичник (ov – ovary) (Chen, Huang, 2002)



Рис. 6. Крупные шарообразные комки сперматофор (sp) на плавниковых лучах эуконодонтовых животных



Рис. 7. Четыре головные пластинки (две пары) протоконодонтов – одна пара на вентральной стороне головы (а), другая на дорзальной (б) и две пластинки (в) эуконодонтов (Briggs et al., 1983)



Рис. 8. Схема пищевого мешка эуконодонтовых животных (Guravskaya, Kassatkina, 2015)

4. Различная экология. Большая часть протоконодонтовых животных являются хищниками. Поскольку их глотка и туловище способны к большому растяжению, они могут заглатывать добычу, которая во много раз крупнее их собственного тела – личинки сельди, декапод, амфипод и молодых особей хетогнат (Касаткина, Столярова, 2010). Эуконодонтовые животные, скорее всего, были плавающими фильтраторами и были приспособлены к придонному обитанию, вблизи донного субстрата, где находилась наибольшая концентрация мелких пищевых объектов, доступных для фильтрации.

Работа выполнена при частичной поддержке грантом РФФИ №18-05-00023а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барсков И.С. Конодонты в современной геологии // ВИНИТИ. Итоги науки и техники. Общая геология. Т. 19. М., 1985. С. 93–221.

Касаткина А.П. Щетинкочелюстные морей СССР и сопредельных вод. Л.: Наука, 1982. 136 с.

Касаткина А.П. Бурий Г.И. Chaetodonta – новый надтип животных и их положение в системе животного царства. // Докл АН. 1997. Т. 356, № 6. С. 843–845.

Касаткина А.П., Столярова М.В. Морфология, систематика, экология щетинкочелюстных Японского моря и сопредельных акваторий. Владивосток. Дальнаука, 2010. 261 с.

Aldridge R.J, Briggs D.E.G, Clarkson E.N.K., Smith M.P. The affinities of conodonts new evidence from the Carboniferous of Edinburgh, Scotland // Lethaia. 1986. V. 19, N 4. P. 279–291.

Aldridge R.J., Briggs D.E.G., Smith M.P. et al. The anatomy of conodonts // Phil. Trans. Roy. Soc. Biol. Sci. 340. 1993. P. 405–421.

Aldridge R.J., Theron J.N. Conodonts with preserved soft tissue from a new Ordovician Konservat-Lagerstatte // J. Micropaleontol. 1993. V. 12. P. 113–117.

Bengtson S. The structure of some Middle Cambrian conodonts and the early evolution of conodont structure and function // Lethaia. 1976. V. 9, N 2. P. 185–206.

Bengtson S. Early history of the conodonta // Fossils and strata. 1983. N 15. P. 5-19.

Briggs D.E.G., Clarkson E.N.K. Aldridge R.J. The conodont animal // Lethaia. 1983. V.16, N 1. P. 1–14.

Buryi, G.I., Kassatkina, A.P. Rounded phosphatic structures (H elements) of euconodonts and their function (Euconodontophylea) // Zoosystematica Rossica. 2004. V. 12, N 2. P. 157–161.

Buryi G.I., Kassatkina A.P., Zhuravlev A.V., Safronov P.P. First finding of euconodont animals (Euconodontophylea) imprints on the territory of Russia // Zoosystematica Rossica, 2010. V. 19, N 1. P. 147–153.

Chen J.-Y, Huang D.-Y. A possible Lower Cambrian chaetognath (arrow worm) // Science. 2002. V. 298. P. 187.

Guravskaya G.I., Kassatkina A.P. Specific features of the head region in euconodont animals // Zoosystematica Rossica. 2015. V. 24, N 1. P. 122–127.

Kassatkina A.P., Buryi G.I. Muscular system of euconodont animals and their systematic position (Euconodontophylea) // Zoosystematica Rossica. 2007. V.15, N 2. P 229–235.

Kühl W. Chaetognatha // Bronns Klassen and Ordnungen des Tierreiches. Leipzig, Abt. 4, Buch. 2, Teil. 1. 1938. 226 S.

Mikulic D.G., Briggs D., Kluessendorf J. A Silurian soft-bodied biota // Science. 1985. V. 228. P. 715-717.

Schram F.R. Pseudocoelomates and a nemertine from the Illinois Pennsylvanian // J. Paleontol. 1973. V. 47. P. 985–989.

Szaniawski H. Chaetognath grasping spines recognized among Cambrian protoconodonts // J. Paleontol. 1982. V. 56. P. 806-810.

Szaniawski H. Cambrian chaetognaths recognized in Burgess Shale fossils // Acta Palaeontol. Polonica. 2005. V. 50, N 1. P. 1–8.

СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КОНОДОНТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.В. Журавлев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, micropalaeontology@gmail.com

COMPOSITION OF THE ORGANIC MATTER OF CONODONT ELEMENTS

A.V. ZHURAVLEV

Istitute of Geology, Komi Scientific Center, Uralian Branch, Russian Academy of Science, Syktyvkar

Composition of the organic matter of the Frasnian conodonts was studied with TEM, electron diffraction, and Raman spectroscopy. The organic matter demonstrates reticulate structure in the TEM images and electron diffraction characteristic for the nonfibrillar proteins. Some bands of the Raman spectrum are attributed to the decomposed protein, but some bands correspond to the secondary protein structure of nonfibrillar type. The data obtained elucidate differences between the conodont organic matter and the dental and bone proteins of Vertebrata.

Key words: conodonts, organic matter, proteins, TEM, Raman spectroscopy.

К настоящему времени установлено, что основной составляющей органического вещества конодонтовых элементов является коллагеноподобный белок, формирующий матрицу для кристаллитов фторгидроксилапатита во всех твердых тканях корональной части (Rosseeva et al., 2011; Журавлев, Герасимова, 2015; Журавлев, Штурм, 2016). Однако остаются недостаточно изученными особенности состава и строения белковой матрицы. Это, в значительной степени, обусловлено малыми размерами конодонтовых элементов и низким содержанием в них органического вещества (менее 4% объемн.), что не позволяет широко применять для его изучения традиционные методы исследования белков. В связи с этим, в изучении органического вещества конодонтовых элементов особое значение приобретают методы, позволяющие работать с крайне малыми количествами вещества. К таким методам, в частности, относятся трансмиссионная электронная микроскопия в сочетании с электронной дифракцией и спектроскопия комбинационного рассеивания.

Эти методы были использованы для изучения органического вещества среднефранских (фаза punctata) конодонтовых элементов рода Youngquistognathus Myshkina et Zhuravlev из разреза на южном берегу оз. Ильмень (Главное девонское поле), которые характеризуются хорошей сохранностью (индекс окраски 1, что отвечает температуре катагенеза менее 60° С). Особенности вмещающих отложений и отбора образцов были подробно охарактеризованы panee (Zhuravlev, Shevchuk, 2017). Конодонтовые элементы, извлеченные из карбонатной породы с помощью 10% раствора уксусной кислоты, очищались от органических загрязнений 95% этанолом и подвергались деминерализации в 1Н растворе соляной кислоты при комнатной температуре. Результаты деминерализации исследовались с помощью трансмиссионного электронного микроскопа (Tesla BS500 TEM; ускоряющее напряжение 50 кВ) и спектроскопии комбинационного рассеивания (возбуждающее излучение 632,81 нм, мощность 0,2 мВт, накопление сигнала 90 циклов по 10 секунд, диаметр пятна 2 мкм, спектральная точность 2 см⁻¹; LabRAM HR Visible 400–1100 нм, Horiba Jobin Yvon).

Просвечивающая электронная микроскопия деминерализованной органической пленки позволяет наблюдать слабоконтрастные линейно-глобулярные структуры с размером элементов от 15 до 20 нм (рис. 1А).

Результаты электронной дифракции демонстрируют неотчетливый максимум, отвечающий размеру рассеивающих элементов d=6,66 Å, а более отчетливые максимумы отмечаются для d = 2,07 Å, 1,27 Å и 1,08 Å (рис. 1В). Указанные максимумы отличаются от характерных для α-спирали белков (5,1 и 1,5 Å) (Lucas, Lambin, 2005) и расстояний между аминокислотными остатками в тройной спирали коллагена I типа (2,9 Å) (Meek, Quantock, 2001). Дифракционная картина в виде колец, а не дуг, которые характерны для фибриллярных белков с ориентированными фибриллами (Lucas, Lambin, 2005; Meek, Quantock, 2001), позволяет предполагать преобладание в исследуемом веществе изотропных структур из «нефибриллярного» белка.

Интерпретация спектров комбинационного рассеивания органического вещества конодонтовых элементов затруднена интенсивной люминесценцией образцов (рис. 2). Спектр с

откорректированным фоном весьма своеобразен и не демонстрирует полного совпадения со спектрами наиболее распространенных типов коллагена. Полоса Amide I (1662 см⁻¹) проявлена слабо. При этом отчетливо выделяется интенсивная полоса около 1700 см⁻¹, которая отмечается у аминокислоты аспаргин (Rolinski et al., 2014). Полоса Amide II (около 1593 см⁻¹) хорошо проявлена. На плече этой полосы отмечается ступень, отвечающая пептидам Y8a (1614 см⁻¹) (Ravikumar Ramakrishnaiah et al., 2014). Кроме того, выделяется неотчетливая ступень в интервале, характерном для коллагена (1637 см⁻¹). На коротковолновом плече этой полосы выделяется пик со значением 1545 см⁻¹. Между полосами Amide I и Amide II хорошо проявлена полоса 1477 см⁻¹, которая, возможно, соответствует Amide II' денатурированного белка (Frushour, Koenig, 1975). Полоса Amide III слабо проявлена (1254 см⁻¹), она частично перекрывается широкими многокомпонентными полосами с максимумами, отвечающими 1278, 1317, 1345 и 1370 см⁻¹. Набор интенсивных полос в интервале 1250–1400 см⁻¹ характерен для аминокислот метионин и аланин (Rolinski et al., 2014). Хорошо выделяется полоса Amide III' (994 см⁻¹), сопоставляемая с денатурированным желатином (Frushour, Koenig, 1975). Отчетливая полоса 924 см⁻¹ сопоставляется с пролином, полоса около 1200 см⁻¹ – с гидроксипролином и тирозином, около 840 см⁻¹ – с тирозином, а полосы 994 см⁻¹ и 1100 см¹ – с фенилаланином (Frushour, Koenig, 1975; Rolinski et al., 2014). Сравнение рассматриваемого спектра со спектрами аминокислот (по Rolinski et al., 2014) показывает хорошее совпадение полос с аланином, фенилаланином, хистоидином, пролином и тирозином. Слабая проявленность полос Amide I и Amide III при хорошей выраженности полос Amide II' и Amide III' может рассматриваться либо как признак частичного разрушения вторичной структуры белка, либо как следствие отсутствия преобладания α-спирали во вторичной структуре. Отсутствие полосы около 1240 см⁻¹ отличает спектр органического вещества конодонтов от желатина (Frushour, Koenig, 1975). Наличие характерных полос дает возможность предполагать присутствие в органическом веществе конодонтов аминокислот пролина, гидроксипролина, фенилаланина и тирозина, а также аланина, аспаргина и хистоидина. Учитывая полученные ранее данные (Журавлев, Сапега, 2007), можно предполагать высокое содержание глицина, не имеющего «уникальных» полос на спектре комбинационного рассевания (Rolinski et al., 2014).

В целом, результаты спектроскопии комбинационного рассеивания подтверждают присутствие в органическом веществе конодонтовых элементов коллагеноподобного белка. Однако этот белок явно отличается по вторичной структуре от фибриллярных коллагенов, которые составляют органическую компоненту костных тканей и зубов позвоночных. Этот вывод хорошо согласуется с данными трансмиссионной электронной микроскопии и электронной дифракции.

Автор признателен В.В. Уляшеву и С.И. Исаенко за проведение аналитических работ в ЦКП «Геонаука» (ИГ Коми НЦ УрО РАН), а также Т.Г. Шумиловой за предварительное обсуждение результатов.



Рис. 1. Результаты изучения органического вещества конодонтового элемента с помощью трансмиссионной электронной микроскопии (TEM) при ускоряющем напряжении 50 кВ: А – TEM изображение участка органической пленки; В – электронная дифракция от участка, изображенного на А





ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Журавлев А.В., Герасимова А.И. Альбидная ткань конодонтовых элементов: строение и модель формирования // Вестн. Института геологии. 2015. № 10 (250). С. 21–27. DOI: 10.19110/2221-1381-2015-10-21-2.

Журавлев А. В., Сапега В. Ф. Особенности состава твердых тканей у позднепалеозойских конодонтов по данным рентгеноструктурного анализа // Мат-лы III Международного симпозиума «Биокосные взаимодействия: жизнь и камень». 26–29 июня, Санкт-Петербург. 2007. С. 63–64.

Журавлев А.В., Штурм Е.В. Органическое вещество конодонтовых элементов // Мат-лы LXII сессии Палеонтологического общества. СПб., 2016. С. 61–62.

Frushour B.G., Koenig J.L. Raman scattering of collagen, gelatin, and elastin // Biopolymers. 1975. V. 14, N 2. P. 379–391.

Lucas A.A., Lambin P. Diffraction by DNA, carbon nanotubes and other helical nanostructures // Rep. Prog. Phys. 2005. V. 68. P. 1181–1249.

Meek K. M., Quantock A.J. The use of X-ray scattering techniques to determine corneal ultrastructure // Progress in Retinal and Eye Research. 2001. V. 20, N 1. P. 95–137.

Ravikumar Ramakrishnaiah, Ghufran ur Rehman, Santhosh Basavarajappa, Abdulaziz Abdullah Al Khuraif, B. H. Durgesh, Abdul Samad Khan & Ihtesham ur Rehman. Applications of Raman Spectroscopy in Dentistry: Analysis of Tooth Structure // Applied Spectroscopy Reviews. 2015. V. 50, N 4. P. 332–350. DOI: 10.1080/ 05704928.2014.986734.

Rolinski T., Gawinkowski S., Kaminska A., Waluk J. Raman spectra of solid amino acids: spectral correlation analysis as the first step towards identification by Raman spectroscopy // In: M. Baranska ed. Optical spectroscopy and computational methods in biology and medicine. Springer Science & Business Media, 2014. P. 329–354.

Rosseeva E., Borrmann H., Cardoso-Gil R. et al. Evolution and Complexity of Dental (Apatite-Based) Biominerals: Mimicking the Very Beginning in the Laboratory // Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe. Scientific Report 2009–2010. 2011. P. 171–176.

Zhuravlev A.V., Shevchuk S.S. Strontium distribution in Upper Devonian conodont elements: a palaeobiological proxy // Riv. Ita;oana Paleontol. Strat. 2017. V. 123, N 2. P. 203–210.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНОДОНТОЛОГИИ В РОССИИ

Н.Д. Журавлева¹, Е.М. Кирилишина²

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, daoin.shee@gmail.com¹, conodont@mail.ru²

THE CONODONTOLOGY DEVELOPMENT HISTORY IN RUSSIA

N.D. ZHURAVLEVA¹, E.M. KIRILISHINA²

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Conodonts are native Russian microfossils. They were firstly described in Russia and studied actively for a long time. Currently, despite the general decline of scientific paleontological researches, interest in conodonts has not faded; the scientific schools have survived and continues to develop.

Key words: conodonts, conodont researchers, Russia, Pander Society, history of science.

Конодонты – вымершие хордовые морские организмы, остатки которых (в основном, зубовидные элементы) представляют большой интерес для стратиграфии: по конодонтам построены зональные шкалы от кембрия до триаса. Кроме того, изучение конодонтов важно при разведке нефтяных и газовых месторождений поскольку окраска конодонтовых элементов напрямую связана с температурными условиями метаморфизма.

Первые находки конодонтов были сделаны в 1856 г. Х. Пандером на территории России в нижнем ордовике Прибалтики и описаны в его монографии «Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der Russisch-Baltischen Gouvernements». В дальнейшем (20–50-е гг. ХХ века) конодонты были обнаружены в Англии, Северной Америке, Германии, Польше – Г.Дж. Хинде, Е.Б. Брансон, М.Дж. Мел и др. К 60-м годам работами Г. Бишоффа, О. Валлизера, К. Мюллера, В. Циглера и др. были созданы первые зональные конодонтовые схемы, заложившие основу для дробной стратиграфии и корреляции разнофациальных отложений (Барсков, 1985).

Однако в СССР первые (после Х. Пандера) работы, посвященные данным организмам, появились только в 60-х годах ХХ века в связи с с развитием нефтяной геологии, разведочного и опорного бурения. Именно в это время начинается активное изучение микрофоссилий, а конодонты в отличие от большинства групп более устойчивы к разрушению, и, кроме того, являются индикаторами палеотемператур диагенеза, что особенно важно для нефтяной геологии. Одной из ключевых публикаций, несомненно, стала сводка по конодонтам С.П. Сергеевой, напечатанная в Основах палеонтологии (1964) в томе, посвященном рыбам. По сути, это была первая работа, обобщающая все известное на тот момент о конодонтоносителях как организмах, но написанная по данным иностранных исследователей.

Первый в СССР семинар по конодонтам состоялся в 1966 г. в г. Львове под руководством О.С. Вялова. На тот момент в стране насчитывалось всего 11 палеонтологов, изучавших конодонты, среди них – В.А. Аристов, И.С. Барсков, Л.И. Кононова, Т.И. Немировская, Н.С. Овнатанова, В.Н. Пучков, В.Г. Халымбаджа и др. (Вялов, 1982). В дальнейшем собрания, посвященные изучению конодонтов стали проводиться ежегодно, во время сессий Всесоюзного палеонтологического общества (ВПО), а в 1968 г. специалисты были объединены в рамках Комиссии по конодонтам Научного совета «Пути и закономерности исторического развития животных и растительных организмов» (Барсков, 1985). Активная деятельность первого секретаря комиссии Т.В. Машковой в значительной степени способствовала развитию исследований конодонтов в СССР.

Несомненно, важную роль в развитии конодонтологии (как за рубежом, так и в России) сыграло Pander Society, или Пандеровское Общество – неформальная организация, созданная в 1967 г. и объединившая конодонтологов всего мира. Важной функцией общества стал обмен информацией о конодонтах между исследователями разных стран, что для развивающейся отечественной конодонтологии было очень ценно.

По данным Newsletter (ежегодное издание Pander Society), за временной промежуток 1978–2017 гг. численность российских активно работающих конодонтологов колебалась от

15 до 100 человек (рис. 1); пик численности пришелся на 1980–1990 гг., что можно связать с активным развитием науки в СССР в целом, и геологии в частности. Именно в этот период на заседании Комиссии по конодонтам в 1987 г. собралось 100 отечественных исследователей. Это был период расцвета отечественной конодонтологии. Он отмечен работами таких конодонтологов, как Г.П. Абаимова, Л.М. Аксенова, А.С. Алексеев, Ю.Н. Апекин, Л.С. Апекина, В.А. Аристов, Л.З. Ахметшина, И.А. Бардашев, Н.П. Бардашева, И.С. Барсков, В.Н. Барышев, А.З. Бикбаев, А.З. Бразаускас, Г.И. Бурий, В.Я. Вийра, Т.Н. Воронцова, М.Х. Гагиев, Г.А. Галушин, Н.В. Горева, А.Г. Григорян, А.А. Дагис, Ю.В. Деулин, Д.М. Дрыгант, С.В. Дубинина, Е.А. Елкин, Е.В. Зверева, К.С. Иванов, Т.Н. Исакова, Р.И. Козицкая, Л.С. Колесник, Л.И. Кононова, З.А. Косенко, С.А. Кручек, А.В. Кузьмин, Л.А. Курковская, З.А. Кутелия, О.М Липнягов, Т.В. Машкова, С.В. Мельников, А.В. Мигдисова, Е.В. Мовшович, В.А. Наседкина, Т.И. Немировская, И.М. Нигмаджанов, Н.С. Овнатанова, В.Н. Пазухин, В.Н. Пучков, С.А. Родыгин, С.В. Рыбалка, М.П. Снигирева, Н.Г. Чернышева, В.Г. Халымбаджа и мн. др. Большая часть работ по конодонтам европейской части России посвящена девонским отложениям Волго-Уральской и Тиманской областям – именно там находятся нефтегазоносные провинции, для изучения которых важны конодонты. Помимо этого, изучались центральные районы Русской платформы, Урал, Большой Кавказ, Центальная Азия (Казахстан, Таджикистан, Узбекистан), Сибирь, Дальний Восток и другие регионы России и смежных территорий. Наибольший интерес и по сей день вызывают конодонты девонского, каменноугольного, силурийского и ордовикского периодов (рис. 2): количество работ, посвященных им, составляет, соответственно, 31,1, 18,7, 18,0 и 15,8% за период с 1976 г. по 2018 г. (Pander Society Newsletters, 1976–2017).

Интересно заметить, что в 60–70-е годы XX века в Казани сформировалась группа палеонтологов под руководством В.Г. Халымбаджи. По сути, это стало зарождением Казанской школы палеонтологии, существующей и ныне. Среди учеников Вячеслава Георгиевича были такие специалисты, как Г.А. Галушин, Ю.А. Гатовский, Ю.В. Деулин, Н.М. Мингалиев, Г.М. Сунгатуллина и многие другие.

В Москве в эти годы, под руководством И.С. Барскова, образовалась Московская школа конодонтологов. Представителями этой школы стали многие специалисты-конодонтологи, среди них Л.З. Ахметшина, Т.Н. Воронцова, М.Х. Гагиев, Н.В. Горева, А.Г. Григорян, Т.Н. Исакова, Р.И. Козицкая, Л.И. Кононова, З.А. Кутелия, В.М. Назарова, В.Н. Пазухин, А.Н. Реймерс и др. Под руководством И.С. Барскова были выпущены определители по конодонтам девона и карбона, проводились совещания по конодонтам, посвященные проблемам границы девона и карбона, разработаны первые схемы зонального расчленения по конодонтам каменноугольных отложений. В 1985 г. И.С. Барсковым была опубликована работа «Конодонты в современной геологии» в которой была приведена оценка современного состояния изученности конодонтов и определены направления дальнейшего изучения этой группы микрофауны.

К 2000 гг. наблюдается довольно резкий спад работ по конодонтам (рис. 1). Во многом это связано с распадом СССР. Союзные республики вышли из состава страны вместе с проживающими там специалистами; наука перестала играть столь значимую роль, что привело к уменьшению финансирования и, как следствие, к уходу из науки исследователей. Это отразилось и в географии работ того времени – в связи с сокращением экспедиций больше внимания стало уделяться изучению стратиграфии центральных районов Европейской части России. В это время появилось больше публикаций, посвященных палеобиологии конодонтов, вопросам их палеоэкологии (А.З. Бикбаев, Е.М. Кирилишина, Л.И. Кононова, В.М. Назарова, М.П. Снигирева и др.). Однако после 2005 г. численность специалистов стабилизируется, и даже намечается ее постепенный рост. Использование электронной микроскопии позволило выйти на новый уровень исследований: появились работы по гистологии, микроскульптуре и микроструктуре конодонтов (А.В. Журавлев). В 2017 г. номинантами на получение медали им. Пандера за достижения в изучении конодонтов стали В.А. Маслов и О.В. Артюшкова – первые российские палеонтологи, удостоенные такой медали. Крупные монографии по конодонтам были выпущены многими специалистами-конодонтологами: В.А. Аристовым, О.В. Артюшковой, Г.И. Бурий, М.Х. Гагиевым, А.А. Дагис, Ю.В. Деулиным, Л.И. Кононовой, Н.С. Овнатановой, А.Н. Реймерсом, В.П. Тарабукиным, Т.Ю. Толмачевой, В.Г. Халымбаджой, В.В. Черных и другими. Специалистами СССР и России по конодонтам было защищено более 45 кандидатских и 6 докторских диссертаций. На данный

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

момент в России активно работает около 25 конодонтологов, среди которых такие специалисты, как А.С. Алексеев, О.В. Артюшкова, Л.З. Ахметшина, И.С. Барсков, А.З. Бикбаев, Ю.А. Гатовский, Н.В. Горева, Г.И. Гуравская (Бурий), А.В. Журавлев, Н.Д. Журавлева, Н.Г Изох, Е.М. Кирилишина, Л.И. Кононова, Т.М. Мавринская, В.М. Назарова, Н.С. Овнатанова, А.Н. Плотицин, Г.М. Сунгатуллина, М.П. Снигирева, М.А. Соболева (Матвеева), Р.Ч. Тагариева, Т.Ю. Толмачева, В.В. Черных и другие.



Рис. 1. График изменения численности российских конодонтологов за период с 1978 по 2017 гг. Вертикальная ось – количество человек; горизонтальная – годы. Использованы данные ежегодных выпусков Pander Society Newsletters



Рис. 2. Распределение работ российских конодонтологов по периодам. По данным Pander Society Newsletters (1978–2017)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Pander Society Newsletter, 1978–2017.

Барсков И.С. Конодонты в современной геологии // Итоги науки и техники. ВИНИТИ. Серия Общая геология. 1985. Т. 19. С. 93–221.

Вялов О.С. Информационный бюллетень комиссии по конодонтам. Л., 1982. 14 с.

Сергеева С.П. Конодонты // Основы палеонтологии. Бесчелюстные, рыбы. М.: Наука, 1964. С. 485–507.

ПОЗДНЕДЕВОНСКАЯ МИКРОФАУНА (КОНОДОНТЫ, РАДИОЛЯРИИ) ЗЕРАВШАНО-ГИССАРСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Н.Г. Изох¹, М.В. Ерина², О.Т. Обут^{1,3}, Н.Х. Абдиев⁴, А.И. Ким², У.Д. Рахмонов⁴

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

² ГП «Восточно-Узбекистанская ГСПЭ» Госкомгеологии Республики Узбекистан, Ташкент, alekskim@ars-inform.uz

³ Новосибирский государственный университет, Новосибирск, obutot@ipgg.sbras.ru ⁴Китабский государственный геологический заповедник Госкомгеологии Республики Узбекистан, Шахрисябз, Республика Узбекистан, rahmonov06@mail.ru

LATE DEVONIAN MICROFAUNA (CONODONTS, RADIOLARIANS) FROM THE ZERAVSHAN-GISSAR MOUNTAINOUS AREA

N.G. IZOKH¹, M.V. ERINA², O.T. OBUT^{1, 3}, N.KH. ABDIEV⁴, A.I. KIM², U.D. RAKHMONOV⁴ ¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,

> Novosibirsk ²Regional Geology" Ltd., Tashkent, Uzbekistan ³Novosibirsk State University, Novosibirsk ⁴Kitab State Geological Reserve, Shakhrisyabz, Uzbekistan

Late Devonian conodonts and radiolarians were recovered from the siliceous and carbonate rocks of the Akbasay Formation on the left side of the Kule Gorge, Zeravshan-Gissar mountainous area (Uzbekistan). Eight conodont zones were defined for the Frasnian-Famennian interval, in seven of them along with conodonts radiolarian assemblages were found.

Key words: conodonts, radiolarians, Late Devonian, Zeravshan-Gissar mountainous area.

Разрез кремнисто-карбонатных отложений верхнего девона вскрывается по левому борту сая Куле, в левобережье р. Джинды-Дарья, Зеравшано-Гиссарская горная область, на восточной окраине Китабского государственного геологического заповедника (Республика Узбекистан). Акбасайская свита, которая имеет достаточно широкое распространение в изученном регионе (Ким и др., 1984; Лаврусевич и др., 1973; Devonian sequences..., 2008), представлена в нижней части кремнистыми, карбонатными и терригенными разностями пород, с преобладанием разноцветных кремней (черные, красные, лиловые, зеленовато-серые, охристые) и карбонатных брекчий и кремнисто-глинистыми сланцами и плитчатыми известняками – в верхней части разреза (рис. 1). Впервые этот разрез по левому борту сая Куле был обнаружен Е.Г. Федоровым в 1987 г. во время государственной геологической съемки.

Материалом для исследования послужили коллекции конодонтов и радиолярий, собранные в разные годы. Первые определения позднедевонских конодонтов были выполнены М.В. Ериной по сборам Е.Г. Федорова. В последующие годы эта коллекция была пополнена новыми сборами, списки которых были опубликованы в Путеводителе к Международной геологической экскурсии (Атлас..., 2007; Devonian sequences..., 2008). В 2008 г. во время проведения Международной геологической конференции О.Т. Обут и Н.Г. Изох совместно с А.И. Кимом собрали дополнительные пробы кремнистых пород для поиска в них радиолярий. Пробы были замаркированы под номерами 08083101–08083107 (рис. 1). После химического препарирования в слабом растворе плавиковой кислоты в этих образцах вместе с конодонтами были обнаружены радиолярии (Obut, Cejhan, 2011; Obut, Izokh, 2010). Конодонты были получены путем химического растворения карбонатных и кремнистых пород. Радиолярии извлечены из охристых, черных, красных и серых кремней и окремненных известняков.

Дальнейшее изучение конодонтов позволило выделить восемь ассоциаций, характеризующие франские и фаменские отложения в разрезе по левому борту сая Куле (рис. 1).Первая ассоциация конодонтов включает *Klapperina ovalis* (Ziegler et Klapper) и *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler et Bultynck, характерные для нижнего франа.



Номера образцов: 1- IX-3/90, 2 - 08083101, 3 -08083102, 4 - IX-4/121, 5 - IX-4/126, 6 - 08083103, 7 - 08083104, 8 - IX-6/230, ПТ-78/1, 9 - IX-6/238, ПТ-78/2, 10 - ПТ-78, 79, 11 - ПТ-79/7, 12 - IX-6/275, 13 -08083105, 14 - IX-6/360, 15 - 08083106, 16 - IX-6/405, 17 - 08083107, 18 - IX-7/515, 19 - IX-7/600

Рис. 1. Распространение конодонтов и радиолярий в разрезе акбасайской свиты по саю Куле

Вторая ассоциация из *Polygnathus decorosus* Stauffer и *Palmatolepis proversa* Ziegler характеризует среднефранский интервал зон punctata-jamieae.

Третья ассоциация, характеризует верхний фран, зоны *rhenana–linguiformis – Belodella devonica* Stauffer, *Palmatolepis foliacea* Youngquist, *Pa. rhenana brevis* Ziegler et Sandberg, *Pa.* cf. *rotunda* Ziegler et Sandberg, *Pa.* cf. *delicatula* Branson et Mehl, *Pa. juntianensis* Han, *Pa. subrecta* Miller et Youngquist, *Pa. hassi* Müller et Müller и *Polygnathus lodinensis* Polster

Фаменский интервал включает ассоциации конодонтов, отвечающий 5 конодонтовым зонам.

Зона triangularis: *Palmatolepis triangularis* Sannemann, *Pa. minuta minuta* Branson et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sannemann и *Pa. protorhomboidea* Sandberg et Ziegler.

Зона crepida: *Palmatolepis triangularis* Sannemann, *Pa. minuta minuta* Branson et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sannemann, *Pa. minuta wolskae* Szulczewski, *Pa. glabra prima* Ziegler et Huddle, *Pa. quadrantinodosalobata* Sannemann, *Pa. protorhomboidea* Sandberg et Ziegler и *Pa. subperlobata* subperlobata Branson et Mehl.

Зона rhomboidea: *Palmatolepis triangularis* Sannemann, *Pa. minuta minuta* Branson et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sannemann, *Pa. minuta wolskae* Szulczewski, *Pa. glabra prima* Ziegler et Huddle, *Pa. quadrantinodosalobata* Sannemann, *Pa protorhomboidea* Sandberg et Ziegler, *Pa. rhomboidea* Sannemann, *Pa. stoppeli* Sandberg et Ziegler и *Pa. crepida* Sannemann.

Зона marginifera: *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms, *Pa. stoppeli* Sandberg et Ziegler, *Pa. minuta minuta* Branson et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sannemann, *Pa. minuta wolskae* Szulczewski, *Pa. glabra prima* Ziegler et Huddle, *Pa. glabra pectinata* Ziegler, *Pa. glabra distorta* Branson et Mehl, *Palmatolepis quadrantinodosalobata* Sannemann, *Pa. rhomboidea* Sannemann, *Pa. subperlobata helmsi* Ovnatanova, *Pa. inflexoidea* Ziegler, *Pa. poolei* Sandberg et Ziegler, *Pa. glabra glabra* Ulrich et Bassler, *Pa. granulosa* Dreesen, *Polygnathus glaber glaber* Ulrich et Bassler, *Po. alvenus* Ovnatanova et Kononova и *Po. glaber medius* Helms et Wolska.

Зона expansa: *Palmatolepis rugosa rugosa* Branson et Mehl, *Pa. gracilis expansa* Sandberg et Ziegler, *Pa. gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Polygnathus extralobatus* Schäfer и *Po. vagus* Pazuhin.

Ассоциации радиолярий представлены таксонами одиннадцати родов сферических и иглистых родов *Trilonche* Hinde, *Stigmosphaerostylus* Rust, *Haplentactinia* Foreman, *Palaeoscenidium* Deflandre, *Radiobisphaera* Won, *Palaeothalomnus* Deflandre, *Moskovistella* Afanasieva, *Nazarovites* Afanasieva, *Ceratoikiscum* Deflandre и *Tetrentactinia* Foreman из них последние четыре рода редко встречаются в разрезе. Наиболее широко распространены представители рода *Trilonche*. Важно отметить, что радиолярии были обнаружены вместе с находками конодонтов, что позволяет уточнить возрастные датировки радиоляриевых ассоциаций.

В интервале конодонтовых зон punctata-jamieae (образцы 08083101/1, 2) встречены единичные экземпляры средней степени сохранности *Trilonche hindea* (Hinde), *Tr. davidi* (Hinde), *Tr. elegans* Hinde, *Stigmosphaerostylus stellata* (Nazarov), *St. paronae* (Hinde), *Haplentactinia* cf. *rhinophyusa* Foreman, *Radiobisphaera* sp. и *Palaeoscenidium* sp.

В интервале конодонтовых зон rhenana-linguiformis (образец 08083102/2) обнаружены достаточно многочисленные и хорошей сохранности *Trilonche davidi* (Hinde), *Tr. elegans* Hinde, *Tr. echinata* (Hinde), *Tr. minax* (Hinde), *Tr. guangxiensis* (Li et Wang), *Tr.* sp. 1, *Stigmosphaerostylus stellata* (Nazarov), *St. paronae* (Hinde), *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre, *Radiobisphaera* sp., *Palaeothalomnus* cf. *quadriramosum* (Foreman), *P. timokhini* Afanasieva и редкие *Moskovistella allbororum* Afanasieva, *Haplentactinia* cf. *rhinophyusa* Foreman, *Nazarovites* cf. *bioculus* Afanasieva, *Ceratoikiscum* sp., *Stigmosphaerostylus* sp. и *Tetrentactinia* sp.

В интервале конодонтовых зон triangularis-crepida (образцы 08083103/1, 2; 08083104/1) встречены многочисленные и средней степени сохранности *Trilonche vetusta* Hinde, *Tr. davidi* (Hinde), *Tr. echinata* (Hinde), *Tr. minax* (Hinde), *Tr. hindea* (Hinde) и реже *Haplentactinia* cf. *rhinophyusa* Foreman, *Stigmosphaerostylus* cf. *stellata* (Nazarov), *St.* cf. *paronae* (Hinde), *St.* sp., *Palaeoscenidium* sp. и *Palaeothalomnus* cf. *quadriramosum* (Foreman).

В зоне marginifera (образцы 08083105 и 08083106) найдены редкие, средней степени сохранности *Trilonche minax* (Hinde), *Tr. echinata* (Hinde), *Tr. vetusta* Hinde, *Tr. guangxiensis* (Li et Wang), *Tr.* cf. variacanthina (Foreman), *Stigmosphaerostylus* cf. paronae (Hinde), *St.* cf. stellata (Nazarov), и Stigmosphaerostylus sp. Установленные ассоциации радиолярий встречены в интервале 7 конодонтовых зон среднего франа – фамена. Входящие в состав виды имеют широкое географическое распространение и характерны для позднедевонских отложений Урала, Рудного Алтая, Австралии, Германии, Польши, Китая, Северной Америки.

Выявленные ассоциации конодонтов представлены космополитными таксонами, включающие зональные виды-индексы конодонтовой зональной шкалы верхнего девона. В этих ассоциациях преобладают таксоны рода *Palmatolepis*, свидетельствующие о глубоководных условиях осадконакопления. Совместное нахождение конодонтов и радиолярий позволило уточнить стратиграфическое распространение радиолярий и возраст вмещающих их отложений.Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 14.Y26.31.0018) и в рамках проекта IGCP 652.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас ископаемой фауны и флоры фанерозоя Узбекистана, Государственный комитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам. 2007. Т. I (отв. ред. А.И. Ким, И.А., Ким, Л.Е. Попов, Ф.А. Салимова, Н.А. Мещанкина, М.В. Ерина, О.Б. Иванова). 142 с.

Ким А.И., Ерина М.В., Апекина Л.С., Лессовая А.И. Биостратиграфия девона Зеравшано-Гиссарской горной области. Ташкент: Изд-во ФАН, 1984. 95 с.

Лаврусевич А.И., Лаврусевич В.И., Салтовская В.Д. Даунтон и нижний девон Зеравшано-Гиссарской горной области // Сов геол. 1973. № 12. С. 10–25.

Devonian sequences of the Kitab Reserve area. Field Excursion Guidebook. International Conference "Global Alignments of Lower Devonian Carbonate and Clastic Sequences" (SDS/IGCP 499 project joint field meeting). August 25 – September 3, 2008, Kitab State Geological Reserve, Uzbekistan / Eds E.A. Yolkin, A.I. Kim, J.A. Talent. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2008. 100 p.

Obut O.T., Cejhan P. Frasnian and Famennian (Upper Devonian) radiolarians from the Kule Gorge (Kitab State Geological Reserve, Uzbekistan) // Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous (SDS / IGCP 596 joint field meeting): Contributions of International Conference in memory of Evgeny A. Yolkin. Ufa, Novosibirsk, July 20 – August 10, 2011. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2011. P. 122–123.

Obut O.T., Izokh N.G. Upper Devonian radiolarians from the Zeravshan-Gissar mountainous area (Uzbekistan Republic) // Programme and Abstracts of Third International Palaeontological Congress, London, 2010, June 28 – July 3. London, 2010. P. 298.

МОРФОЛОГИЯ И ТАФОНОМИЯ ДРЕВНИХ PROTOCONODONTA (CHAETOGNATHA), ИХ ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ ФЛУКТУАЦИЙ

А.П. Касаткина

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, apkas@mail.ru

MORPHOLOGY AND TAPHONOMY OF THE ANCIENTS PROTOCONODONTA (CHAETOGNATHA), THEIR CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF NATURAL FLUCTUATIONS

A.P. KASSATKINA

V.I. Il'ichov Pacific Institute of Oceanography, Far East Division, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

The imprints of the *Parmia* belong not to the annellids but to the Chaetognatha (Kassatkina et al., 1915). The detached body fragments of *Parmia* have the form similar to algae, however this form is characteristic also of the Chaetognatha in the districts with the high geophysical activity. The process of separation of the head from body was observed in the Chaetognatha under the laboratory conditions in the zone of the high geophysical activity in the Kraternaya Bay (Kasatkina, 1995). Probably, 1 billion years ago in the zone of the *Parmia* findings the powerful geophysical activity took place, as the safe preserved specimens was much less than the anomalous ones. The purpose of this work is to give more detailed new descriptions and interpretations for paleontological imprints of protoconodonts. *Key words*: conodonta, *Parmia*.

Палеонтологический материал важен для понимания происхождения биоты, ее эволюции и той обстановки, в которой обитали организмы. Цель данной работы – дать более полные новые описания и интерпретации отпечатков конодонтов. В результате кропотливого сравнительно-морфологического исследования Х. Шанявский показал, что древние конодонтовые элементы (зубы прото- и параконодонтов) являются (соответственно) щетинками и зубчиками хетогнат (Chaetognatha, щетинкочелюстные, сагитта) (Szaniawski, 2002). Были обнаружены не только их зубовидные элементы, но и полные отпечатки (Walcott, 1911; Schram, 1973; Гниловская, 1998; Chen, Huang, 2002; Hu, 2005). Самый древний отпечаток примитивного протоконодонта был обнаружен в слоях протерозоя (возраст – 1 млрд лет): Parmia anastassiae Gnilovskaya на Южном Тимане, в керне скважины, пробуренной на Джежимской Парме. Принадлежность ископаемых остатков к верхнему мезопротерозою (рифею) определили специалисты по геологии и стратиграфии венда и рифея Урала и Русской платформы (Гниловская и др., 2000). А.Ю. Иванцов предположил, что эти отпечатки принадлежат водорослям, а не животным (личное сообщение). Такая гипотеза связана с тем, что у большей части отпечатков животных голова покоилась рядом, отдельно от туловища. Отдельно лежащие туловищные фрагменты пармии имеют форму, близкую к водорослям, однако она характерна также для щетинкочелюстных в районах с высокой геофизической активностью (рис. 1А, Б). Перед сильным землетрясением в Охотском море планктонная проба "кишела" огромным числом голов без тел и тел щетинкочелюстных без голов (Kassatkina et al., 2001). Сам процесс отделения головы от тела наблюдался в лабораторных условиях в зоне повышенной геофизической активности (Касаткина, 1995). Вероятно, в зоне обитания пармии в то время происходила мощная геофизическая активность, т.к. целых неповрежденных экземпляров значительно меньше аномальных.

Голова пармии имеет форму, характерную только для щетинкочелюстных. По бокам имеются ловчие крючья (щетинки), а у некоторых экземпляров – щупальца (рис. 2). Щупальца, несомненно, предшествовали появлению ловчих скелетизированных крючьев: скелетизации мягких щупалец «могло способствовать приобретение симбионтов – одноклеточных водорослей, которые к тому же стимулировали биоминерализацию, выделяя дополнительный кислород» (Федонкин, 2000). У современного вида хетогнат *Spadella cephaloptera* (Busch) сохранилась пара шупалец – дериват, оставшийся от древних протоконодонтов. На головах

пармии выделяются крупные глаза с темным пигментом (рис. 3, г). По бокам головы древних протоконодонтов видны плотные структуры – скелетные пластинки (рис. 3, сп), хорошо заметные у современных щетинкочелюстных (рис. 4). К пластинкам прикрепляются щупальца и ловчие крючья (щетинки). Щупальцы аннелид являются не гомологом, а аналогом щупальцев пармии: они прикрепляются не скелетным пластинкам, как у пармии, а к параподиям. Концы ловчих крючьев укреплены кремнием (по данным А.Л. Дроздова у современного вида Sagitta kussakini Kassatkina). Можно с уверенностью предположить, что таким орудием древние хетогнаты соскребали с бактериальных матов одноклеточных организмов, также как это делали протоартикуляты (Иванцов, 2011). Отличается картина поперечной мускулатуры пармии от метамерного строения аннелид, т.к. у последних все тело поделено на метамеры, тогда как поперечные мышечные структуры пармии имеются не на всем протяжении тела, а только на отдельных участках. Тщательное исследование всех экземпляров не оставило сомнений, что Parmia anastassiae Gnilovskaya была верно интерпретирована как животное, а не водоросль (Бурзин, Гниловская, 1999; Касаткина и др., 2015). Появление протоконодонтов, так же как и остальных метазоа несомненно шло путем симбиогенеза. Их «последующая эволюция, направленная в сторону увеличения сложности организации, была ответом на оксигенацию среды, а ее цель – защита метаболических путей» (Fedonkin, 2003).



Рис. 1. Участок туловища после отделения головы: А – пармия, Б – современная хетогната из района восточного Сахалина накануне Нефтегорского землетрясения



Рис. 2. Голова молодого экземпляра пармии с ловчими щупальцами



Рис. 3. Пармия: А – прорисовка голотипа (вентральная сторона) (по Гниловской, 1998); Б – головной отдел того же экземпляра; В – прорисовка головы паратипа пармии с дорсальной стороны; Г – прорисовка головы современной сагитты с дорсальной стороны (по Касаткиной, 1982) (щ – щетинка, сп – скелетная пластинка, к – кишечник, пм – поперечная мускулатура, ат – клетки возможной альвеолярной ткани, а – предполагаемое анальное отверстие, г – глаза, м – церебральный ганглий, мозг)

По данным М.А. Федонкина (2000) «хорошая сохранность мягкотелых древних животных свидетельствует в пользу холодноводности. Бактериальное разложение органики при низкой температуре идет гораздо медленнее. Наиболее богатые местонахождения древней фауны, а также других протерозойских многоклеточных, происходят из силикластических отложений (не карбонатных). Это говорит о холодноводных условиях. Высокое содержание кислорода позволяло многоклеточным достигать крупных размеров даже без сложной дыхательной системы или пигментов типа гемоглобина».

Это утверждение М.А. Федонкина подтверждается простотой морфологии современных протоконодонтов: хетогнаты не имеют ни выделительной, ни дыхательной, ни настоящей кровеносной системы: у них отсутствует гемоглобин.

Отпечатки древних протоконодонтов (Chaetognatha) известны с протерозоя по триас. В отложениях после триаса нет никаких данных о находках протоконодонтов: даже фрагментов этих животных. "Всплывают" протоконодонты (Chaetognatha) уже живые, многочисленные и по биоразнообразию, и по биомассе, в современных морях и океанах, там, где соленость не ниже 8‰. Каковы причины их отсутствия в слоях после триаса? Что изменилось в условиях захоронения? Но может быть виновны не условия захоронения, а другие факторы?

Анализ морфологии протоконодонтов (Chaetognatha) показывает, что, несомненно, эти животные претерпели изменения в общей морфологии, в результате чего они последовательно приобрели поплавки (рис. 5, float), затем боковые плавники (рис. 5, lf) и поменяли экологическую нишу – ползающая по дну пармия в дальнейшем приобрела возможность обитания в толще воды. Уход от дна, где захоронение не предполагает прохождение отмерших организмов через толщу воды, создает более длительную по времени возможность разложения бактериями. Другое предположение: возможно, что с конца триаса началось потепление вод Мирового океана и не стало условий «холодильника», который способствовал сохранению останков животных? «Возможно, животные не могли колонизировать тепловодные местообитания до тех пор, пока не поднялся достаточно уровень кислорода. Кислород хуже растворяется в теплой воде.



Рис. 4. Голова современного параконодонта (Chaetognatha)

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 5. *Protosagitta spinosa*: отпечаток из слоев нижнего кембрия: а – Китай (Chen, Huang, 2002; Hu, 2005); b – прорисовка отпечатка экземпляра а; с – современная сагитта; d – голова отпечатка а; е - прорисовка головы отпечатка экземпляра а; f – голова современной сагитты (m – por, gs – щетинки, in – кишка, mu – поперечная мускулатура, оv – яичники, lf – боковые плавники, float – поплавок, lp – латеральные скелетные пластинки, an – возможный анус)

Известно, что Metazoa хуже переносят перегрев, чем прокариоты и простейшие, что может быть связано с их повышенной потребностью в кислороде» (Fedonkin, 2003).

Эволюция протоконодонтов шла по пути скелетизации мягких ловчих щупалец, которые превращались в мощные хитиновые органы, усиленные кремнием на их концах. Наличие мощной поперечной мускулатуры приводит к выводу о придонном, ползающем образе жизни пармии. Для активного поиска пищи у пармии имелись такие сложные органы как большие глаза, мерцательная петля, которые сохранились у современных хетогнат. Изменение общей обстановки в Мировом океане позволило древним протоконодонтам (Chaetognatha) перейти от питания мелкими простейшими животными к питанию растворенной органикой, появилась возможность запасать питательные вещества в виде капель жира. Это привело к появлению нового органа – подушки поплавков, в которых концентрировались легкие по весу капли жира. Новые органы – поплавки (рис. 5, float) и боковые плавники (рис. 5, lf) позволили животным перейти в новую экологическую нишу – в толщу океана, где совершенствовались приемы хищничества.

За помощь в выполнении компьютерной графики мы благодарим П.А. Пермякова, а за исполнение фотографий авторы выражают свою глубокую признательность Д.А. Касаткину, А.Л. Дроздову и А.Ю. Иванцову. Изученная коллекция хранится в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барсков И.С. Конодонты в современной геологии // ВИНИТИ. Итоги науки и техники. Общая геология. 1985. Т. 19. С. 93–221.

Бурзин М.Б., Гниловская М.Б. Какими были древнейшие животные // Природа. 1999. № 11. С. 3-41.

Гниловская М.Б. Древнейшие аннелидоморфы из верхнего рифея Тимана // Докл. АН. 1998. Т. 359, № 3. С. 369–372.

Гниловская М.Б., Вейс А.Ф., Беккер Ю.Р. и др. Доэдиакарская фауна Тимана (аннелидоморфы верхнего рифея) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т. 8, № 4. С. 11–39.

Иванцов А.Ю. Следы питания проартикулят – вендских многоклеточных животных // Палеонтол. журн. 2011. № 3. С. 3–13.

Касаткина А.П. Щетинкочелюстные морей СССР и сопредельных вод. Л.: Наука, 1982. 135 с.

Касаткина А.П. Массовые аномалии в планктоне окраинных морей и сопредельных вод Тихого океана // Докл. АН. 1995. Т. 345, № 6. С. 845–847.

Касаткина А.П., Гниловская М.Б., Иванцов А.Ю., Гуравская Г.И. Новые находки отпечатков животных (*Parmia* Gnilovskaya, 1998) – (протерозой, северо-восток русской платформы) // Современная микропалеонтоло-

гия. Сб. тр. XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания. Калининград, 2015. С. 63–67.

Федонкин М.А. Холодная заря животной жизни // Природа. 2000. № 9. С. 3–11.

Chen J.-Y, Huang D.-Y. A possible Lower Cambrian chaetognath (arrow worm) // Science. 2002. V. 298. P. 187.

Fedonkin M.A. The origin of the Metazoa in the light of the Proterozoic fossil record // Paleontol. Res. 2003. V. 7, N 1. P. 9–41.

Hu S.X. Taphonomy and palaeoecology of the Early Cambrian Chengjiang Biota from Eastern Yunnan, China // *Berliner Paläbiologische Abh.* 2005. V. 7. P. 1–197.

Kassatkina A.P., Panteleev E.V., Yurasov G.I. et al. Morphological anomalies of Chaetognatha in Peter the Great Bay of the Sea of Japan // Oceanography of the Japan Sea. Ed. By M.A. Danchenkov. Vladivostok: Dalnauka. 2001. P. 255–259.

Schram F.R. Pseudocoelomates and a nemertine from the Illinois Pennsylvanian // J. Paleontol. 1973. V. 47. P. 985–989.

Szaniawski H. New evidence for the protoconodont origin of chaetognaths // Acta Palaeontol. Polonica. 2002. V. 47. P. 405–419.

Walcott C.D. Middle Cambrian annelids // Smithsonian Miscellaneous Collections. 1911. V. 57, N 2. P. 109–144.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ БИОГЕННОГО АПАТИТА ПОЗДНЕДЕВОНСКИХ КОНОДОНТОВ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Д.В. Киселева¹, Е.С. Шагалов^{1,2}, М.В. Зайцева¹, М.В. Стрелецкая¹, Е.А. Панкрушина^{1,3}, О.В. Артюшкова⁴, Р.Ч. Тагариева⁴

¹Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, kiseleva@igg.uran.ru

²Уральский государственный горный университет, Екатеринбург ³Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург ⁴Институт геологии УНЦ РАН, Уфимский федеральный исследовательский центр, Уфа

COMPOSITION AND SRUCTURE FEATURES OF THE BIOGENIC APATITE OF LATE DEVONIAN CONODONTS (SOUTH URALS)

D.V. KISELEVA¹, E.S. SHAGALOV^{1,2}, M.V. ZAITCEVA¹, M.V. STRELETSKAYA¹, E.A. PANKRUSHINA^{1,3}, O.V. ARTYUSHKOVA⁴, R.CH. TAGARIEVA⁴ ¹Institute of Geology and Geochemistry named after A.N. Zavaritsky, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg ²Ural State Mining University, Ekaterinburg ³Ural Federal University named after B.N. Yeltsin, Ekaterinburg

⁴Institute of Geology, Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Ufa

The composition (both microelement and Nd isotopic) and structure of the Upper Devonian conodonts from Southern Urals was investigated using Q and MC ICP-MS as well as Raman spectroscopy. The conodont REE systematics reflect rather post-depositional environments than paleo-seawater compositions. ε Nd(t) for t=372 Myr imply either the open ocean/island arc source with significant radiogenic Nd or the input of more radiogenic oceanic water into shelf area during the pronounced Famennian transgression.

Key words: conodonts, Upper Devonian, South Urals, ENd and REE systematics, Raman.

Элементный и изотопный состав ископаемых биоапатитов (конодонтов и ихтиолитов) широко используется в палеоэкологии и палеоокеанографии для реконструкции состава морской воды (РЗЭ и єNd), ее окислительно-восстановительных характеристик (Се, Eu-аномалии) и ряда других параметров (Wright et al., 2002; Reynard et al., 1999; Lécuyer et al., 2004 и др.). Однако, во многих случаях концентрации РЗЭ в биоапатите имеют диагенетическую природу, а распределение РЗЭ в конодонтах часто не отвечает их распределению ни в морской воде, ни в поровых флюидах осадка (Zhang et al., 2016), а контролируется адсорбционными и десорбционными процессами, протекающими при преобразовании глинистых минералов. Следовательно, использовать особенности распределения РЗЭ в биоапатите как индикаторы состава морской воды не вполне корректно (Kocsis et al., 2010; Herwartz et al., 2011 и др.).

Для реконструкции геохимии океана и особенностей циркуляции в нем водных масс с середины 1990-х гг. широко используются данные об изотопном составе Nd в биоапатите (см., например, Dopieralska et al., 2006, 2016 и др.). Считается, что концентрация Nd в коронах конодонтов зависит от их морфологии: чем выше отношение поверхность/объем конодонтового элемента, тем выше содержание Nd. И хотя последние варьируют от конодонта к конодонту, все конодонты в образце имеют идентичный изотопный состав Nd. Высказано и рядом фактов обосновывается также предположение (Dopieralska et al., 2016), что изотопный состав Nd не меняется в процессах диагенеза, а величины ϵ Nd в конодонтах отвечают изотопному составу Nd в морской воде геологического прошлого. По мнению (Dopieralska et al., 2016), свойственные конодонтам высокие ($n \times 10- n \times 1000$ г/т) содержания Nd накапливаются весьма быстро на стадии раннего диагенеза и чрезвычайно стабильны даже в условиях позднего диагенеза и низких фаций метаморфизма (Dopieralska, 2003).

Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) традиционно применяется в анализе элементного (квадрупольная) и изотопного (мультиколлекторная) состава биоапатитов, причем как после растворения пробы, так и с применением метода лазерной абляции (Trotter, Eggins, 2006). Для коррекции масс-фракционирования при определении изотопных отношений, а также для высокоточного определения концентраций Sm и Nd используется метод изотопного разбавления (ИР).

Целью работы является исследование микроэлементного (РЗЭ) и изотопного (єNd) состава и структуры биогенного апатита конодонтов верхнего девона (западный склон Южного Урала).

В настоящей работе исследованы конодонты, выделенные из карбонатных пород аскынского (верхний фран) и макаровского (нижний фамен) горизонтов верхнего девона западного склона Южного Урала (разрезы Лемезинский, Ряузяк и Куккараук, Республика Башкортостан, рис. 1).

Выделение конодонтов из карбонатных пород произведено с использованием раствора муравьиной кислоты с концентрацией до 3%. Пробы разбивались на крупные куски или, при небольшом их размере, растворялись целиком. Вес проб для изученного стратиграфического интервала не превышал 1 кг, большая часть образцов имела вес 300–500 г. Выборка конодонтов из нерастворимого осадка осуществлялась вручную под стереомикроскопом. Все исследованные конодонты представлены различными элементами, среди которых преобладают платформенные. В целом исследованные конодонты представлены видами и родами, характерными для глубоководных обстановок открытого шельфа.

Подготовку и измерение образцов проводили в помещениях с классами чистоты 6, 7 ИСО (ИГГ УрО РАН). В процессе пробоподготовки и анализа конодонтов использовали кислоты, очищенные дважды методом перегонки при температуре ниже температуры кипения и ультрачистую деионизованную воду MilliQ (18,2 МОм·см). Растворение конодонтов проводили путем открытого вскрытия 14М HNO₃ при нагревании, при необходимости обрабатывали пробу смесью HCl и H₂O₂ (Киселева и др., 2017).

Для изотопного анализа к навескам образцов конодонтов перед растворением добавляли смешанный трасер ¹⁴⁹Sm-¹⁵⁰Nd. После растворения выпаривали пробы до сухого остатка и проводили хроматографическое выделение Sm и Nd в две стадии: выделение группы РЗЭ на смоле TRU spec и выделение из группы РЗЭ Sm и Nd на смоле LN spec.

Измерения микроэлементного состава проводили из 1% азотнокислого раствора на квадрупольном ИСП-масс-спектрометре ELAN 9000 (PerkinElmer) в режиме количественного анализа с использованием элемента внутреннего стандарта - индия.

Измерение изотопных отношений Sm и Nd в полученных чистых фракциях проводили из 3% азотнокислого раствора на мультиколлекторном магнитосекторном ИСП-масс-спектрометре двойной фокусировки Neptune Plus (Thermo Fischer). Уровень холостого опыта для Sm и Nd был пренебрежимо мал по сравнению с полученными результатами.



Рис. 1. Направления сканирования методом лазерной абляции в исследованных образцов конодонтов. СЭМ-изображения конодонтовых элементов из карбонатных пород верхнего девона западного склона Южного Урала: разрез Ряузяк (обр. 2 и 3), Республика Башкортостан (JSM-6390LV, JEOL)

Определение микроэлементного состава конодонтов методом LA-ICP-MS проводили на квадрупольном масс-спектрометре NexION 300S (PerkinElmer) с использованием системы для лазерной абляции NWR 213. Операционные параметры лазера: энергия – 3 Дж/см², частота – 10 Гц, диаметр пучка – 50 мкм, сканирование по линии (направления отмечены стрелками на рис. 1), скорость 10 мкм/с. Для градуировки использовался стандартный образец прессованного фосфата кальция MAPS-4.

Спектры комбинационного рассеяния света (КРС, рамановские) получены на рамановском спектрометре LabRam HR Evolution: спектральный диапазон 300–4000 см⁻¹; лазер возбуждения 488 нм; используемый объектив 100х, решетка 600 штр/мм.

РААЅ-нормализованные согласно (Taylor, McLennan, 1985) распределения РЗЭ в исследованных методами ICP-MS и LA-ICP-MS образцах приведены на рис. 2. Данные по микроэлементному составу РЗЭ, определенных из валовой пробы после растворения, частично совпадают с данными локального ЛА-ИСП-МС анализа. В то же время были отмечены значительные различия по содержанию РЗЭ в различных образцах, и даже по различным зонам одного и того же конодонтового элемента. Такие систематические вариации содержаний РЗЭ в зависимости от гистологии конодонтов были описаны ранее (Trotter, Eggins, 2006). В целом, вид распределений (со значительным обогащением средними РЗЭ и отрицательной цериевой аномалией) воспроизводится как в образцах после растворения, так и после лазерной абляции.

Обогащенные средними РЗЭ РААЅ-нормированные распределения, а также другие показатели (La_N/Sm_N и La_N/Yb_N отношения, рис. 3) указывают на то, что и для растворенных усредненных навесок конодонтов, и для исследованных методом ЛА-ИСП-МС индивидуальных конодонтовых элементов РЗЭ-систематика изменена позднедиагенетическими процессами, и не может использоваться для реконструкции первичного палеоокеанического гидрогенного сигнала, а фракционирование РЗЭ в биоапатите обусловлено литогенным поступлением через поровые воды из окружающей среды осадконакопления (Trotter et al., 2016).

Свойственные конодонтам аскынского и макаровского горизонтов величины єNd(t) (t=372 млн лет), составившие от -4,0 до -2,8 дают основание предполагать, что изотопный состав Nd в них сформирован либо под влиянием вод открытого океана/островодужного бассейна, характеризовавшихся существенной долей радиогенного Nd, либо обусловлен поступлением более радиогенных вод океана в шельфовую зону на пике морской трансгрессии, имевшей место в рассматриваемом регионе в фамене.

На рамановских спектрах конодонтов фиксируются линии, соответствующие колебаниям минеральной фазы, соответствующей фтор-апатиту (рис. 4a, фон вычтен, интерпретация полос согласно (Litasov, Podgornykh, 2017)). Положение линии v₁ симметричного валентного колебания PO_4^{3-} на спектрах сдвинуто в сторону 966—968 см⁻¹, что может говорить о высокой степени кристалличности и об отсутствии карбонатных замещений в структуре апатита. Интенсивная линия ~1605 см⁻¹ вероятно обусловлена наличием остаточного углерода



Рис. 2. PAAS-нормализованные распределения РЗЭ в образцах конодонтов, исследованных методами ICP-MS и LA-ICP-MS: а – образец 2, б – образец 3, линии с точками соответствуют данным, полученным после растворения

из алмазной полировальной пасты. Спектры конодонтов характеризуются высоким фоном, обусловленным, вероятно, люминесценцией примесных элементов (например, РЗЭ). Спектры альбидной короны (участок 2, рис. 4а) и базального тела (участок 4, рис. 4а) отличаются по интенсивности линий минеральной составляющей. По данным (Trotter, Eggins, 2006), альбидная корона является наименее проницаемой и наименее подверженной диагенетическим изменениям тканью конодонта, имеющей меньшие размеры кристаллов фтор-апатита и наименьшее содержание (или полное отсутствие) карбонат-ионов в структуре по сравнению с гиалиновой короной и базальным телом.

В работе проанализирован микроэлементный и изотопный состав конодонтов верхнего девона Южного Урала методами ИСП-МС и ЛА-ИСП-МС. Вид распределений (со значительным обогащением средними РЗЭ и отрицательной цериевой аномалией) воспроизводится как в образцах после растворения, так и при лазерной абляции. Обогащенные средними РЗЭ РААЅ-нормированные распределения, а также другие показатели (Y/Ho, La_N/Sm_N, La_N/Yb_N, U/Th) указывают на то, что РЗЭ-систематика исследованных конодонтов изменена позднедиагенетическими процессами и не может быть использована для реконструкции гидрогенного сигнала, а поступление РЗЭ в биоапатит обусловлено литогенным источником. Величины $\varepsilonNd(t)$ для t=372 млн лет, составившие от -4,0 до -2,8, дают основание предполагать, что изотопный состав Nd в них сформирован либо под влиянием вод открытого океана/островодужного бассейна, характеризовавшихся существенной долей радиогенного Nd, либо обусловлен поступление место в рассматриваемом регионе в фамене. Минеральная фаза конодонтов соответствует фтор-апатиту высокой степени кристалличности без значимых карбонатных замещений в структуре.

Авторы признательны А.В. Маслову за обсуждение ряда вопросов по теме данной работы. Исследования выполнены в Центре коллективного пользования «Геоаналитик» при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00462.



Рис. 3. Диаграмма $(La/Sm)_n - (La/Yb)_n$. Области пресной и морской воды обозначены согласно модели (Reynard et al., 1999). Зона, выделенная пунктиром, соответствует значениям $(La/Sm)_n$ и $(La/Yb)_n$ в современных поровых водах (Haley et al., 2004), умноженным на константу распределения K_D согласно (Trotter et al., 2016)



Рис. 4. Фото фрагмента конодонта, разрез Ряузяк: а – образец 2, б – рамановские спектры исследованных участков

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Киселева Д.В., Зайцева М.В., Стрелецкая М.В. Определение микроэлементного и изотопного состава Sm-Nd в биогенном апатите верхнедевонских конодонтов (Южный Урал) методами квадрупольной и мультиколлекторной ИСП-МС // Тезисы докладов Третьего съезда аналитиков России, 8–13 октября. 2017 г., г. Москва: http://www.wssanalytchem.org/car2017/publications/2017-abstracts.pdf 2017. Москва: ГЕОХИ РАН. 2017. С. 314.

Dopieralska J. Neodymium isotopic composition of conodonts as a palaeoceanographic proxy in the Variscan oceanic system. PhD Thesis. Justus-Liebig-University, Giessen, 2003. 111 p. http://geb.unigiessen.de/geb/volltex-te/2003/1168/

Dopieralska J., Belka Z., Haack U. Geochemical decoupling of water masses in the Variscan oceanic system during Late Devonian times // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2006. V. 240. P. 108–119.

Dopieralska J., Belka Z., Walczak A. Nd isotope composition of conodonts: An accurate proxy of sea-level fluctuations // Gondwana Res. 2016. V. 34. P. 284–295.

Haley B.A., Klinkhammer G.P., McManus J. Rare earth elements in pore waters of marine sediments // Geochim. Cosmochim. Acta. 2004. V. 68. P. 1265–1279.

Herwartz D., Tütken T., Münker C. et al. Timescales and mechanisms of REE and Hf uptake in fossil bones // Geochim. Cosmochim. Acta. 2011. V. 75. P. 82–105.

Kocsis L., Trueman C.N., Palmer M.R. Protracted diagenetic alteration of REE contents in fossil bioapatites: direct evidence from Lu-Hf isotope systematic // Geochim. Cosmochim. Acta. 2010. V. 74. P. 6077–6092.

Lecuyer C., Reynard B., Grandjean P. Rare earth element evolution of Phanerozoic seawater recorded in biogenic apatites // Chem. Geol. 2004. V. 204. P. 63–102.

Litasov K.D., Podgornykh N.M. Raman spectroscopy of various phosphate minerals and occurrence of tuite in the Elga IIE iron meteorite // J. Raman Spectroscopy. 2017. V. 48. P. 1518–1527.

Reynard B., Lécuyer C., Grandjean P. Crystal-chemical controls on rare earth element concentrations in fossil biogenic apatites and implications for paleoenvironmental reconstructions // Chem. Geol. 1999. V. 155. P. 233–241.

Taylor, S.R., McLennan, S.M. The Continental Crust; Its composition and evolution; an examination of the geochemical record preserved in sedimentary rocks. Blackwell, Oxford, 1985. 312 p.

Trotter J.A., Barnes C.R., McCracken A.D. Rare earth elements in conodont apatite: Seawater or pore-water signatures? // Palaeogeog., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2016. V. 462. P. 92–100.

Trotter J.A., Eggins S.M. Chemical systematics of conodont apatite determined by laser ablation ICPMS // Chem. Geol. 2006. V. 233. P. 196–216.

Wright C.A., Barnes C.R., Jacobsen S.B. Neodymium isotopic composition of Ordovician conodonts as a seawater proxy: Testing paleogeography // Geochem. Geophys. Geosyst. 2002. V. 3, N 2. P. 17.

Zhang L., Algeo T.J., Cao L. et al. Diagenetic uptake of rare earth elements by conodont apatite // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2016. V. 458. P. 176–197.

КОНОДОНТОВОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ В ЛОХКОВСКОМ ЯРУСЕ НИЖНЕГО ДЕВОНА ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

Т.М. Мавринская, А.Р. Шарипова

Институт геологии УФИЦ РАН, Уфа, stpal@ufaras.ru

CONODONT BIODIVERSITY IN THE LOCHKOVIAN OF THE LOWER DEVONIAN OF THE WESTERN SLOPE OF THE SOUTH URALS

T.M. MAVRINSKAYA, A.R. SHARIPOVA

Institut of Geology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa

Conodonts from the Lochkovian deposits in the Mindigulovo section (western slope of the Southern Urals) were studied in detail. Abudans and diversity of conodont associations are not equal. The highest diversity of conodont faunas can be seen in deeper-water strata of the middle Lochkovian; it provides the best correlation on the basis of the *Lanea* and *Ancyrodelloides* lineages. The abundance of conodonts in shallow-water reef carbonates is very low. The character of sedimentation in the early Lower Devonian (Lochkovian–Early Pragian) on the western slope of the South Urals corresponds with the general trends of eustatic sea-level fluctuations in other peri-Gondwanan regions (*e.g.*, the Prague Synform). The documented ranges of widespread conodont faunas point to a good paleooceanic communication of the Urals region with Peri- Gondwana and Euramerica.

Key words: conodonts, western slope of the South Urals, diversity.

На западном склоне Южного Урала представительные и полные разрезы отложений лохковского яруса нижнего девона находятся в Западно-Зилаирской структурно-фациальной зоне и соответствуют фациям шельфа (рис. 1Б).

Детальное изучение нижнедевонских образований в этом регионе было проведено С.Н. Краузе, В.А. Масловым (1961). В дальнейшем на основе монографического изучения брахиопод и кораллов А.П. Тяжевой, Р.А. Жаворонковой, А.А. Гарифуллиной (1976) было выполнено их биостратиграфическое расчленение и выделено два горизонта сиякский и шерлубайский. Нами были изучены конодонты стратотипических разрезов сиякского и шерлубайского горизонтов, расположенные по берегам рек Иргизлы и Сияк, а также разрезы по р. Белая (рис. 1В).

В образцах из стратотипических разрезов по берегам рек Иргизлы и Сияк, сложенных рифогенными образованиями, были обнаружены редкие конодонты: *Oulodus* sp., *Ozarkodina typica* Branson et Mehl, *Wurmiella excavata* (Branson et Mehl), имеющими широкий диапазон существования от верхнего силура до эмсского яруса нижнего девона.

Наиболее полный и хорошо охарактеризованный конодонтовой фауной разрез по р. Белой расположен вблизи д. Миндигулово (рис. 1В). Лохковские отложения в разрезе отличаются изменчивостью по своему литологическому составу. Они образуют несколько изолированных обнажений, наращивающих друг друга. Количество конодонтовых элементов, полученных из разреза, и их таксономическое разнообразие различается на разных стратиграфических уровнях. Они в значительной степени зависят от фациального состава пород.

Породы нижнего лохкова вскрыты в обн. 1. Оно находится в 1,5 км восточнее д. Миндигулово в нижней части склона правого берега р. Белой. Пограничный интервал силурийско-девонских отложений завален глыбами известняков и задернован. Породы в обн. 1 представлены светло-серыми известняками с прослоями биокластических. Конодонты обнаружены в 3 образцах из 7 отобранных. Количество их не превышает 5–10 экземпляров на 1 кг породы. Раннелохковский возраст пород предполагается по присутствию в комплексах конодонтов *Zieglerodina* cf. *remscheidensis* (Ziegler, 1960) и единичному *Icriodus* aff. *hesperius* (Klapper et Murphy) (рис. 2). Из-за плохой сохранности и малочисленности конодонтов возраст определен с долей условности.

Породы среднего лохкова вскрыты в обн. 2, которое находится в 3 км восточнее д. Миндигулово в подмыве правого берега р. Белой. Здесь обнажаются темно-серые тонкослоистые глинистые известняки с прослоями глинистых сланцев. В известняках встречена нектонная и планктонная фауна: конодонты, телодонты, тентакулиты. Конодонты обильны, до 200 экземпляров на 1 кг породы. Отмечается видовая радиация (рис. 3, 4).
Эта радиация в короткий стратиграфический интервал породила несколько широко распространенных таксонов родов Lanea (L. omoalpha Murphy et Valenzuela-Rios, L. eoeleanorae Murphy et Valenzuela-Rios, L. eleanorae (Lane et Ormiston), Ancyrodelloides (A. transitans (Bischoff et Sannemann), A. trigonicus (Bischoff et Sannemann), A. kutscheri (Bischoff et Sannemann), Flajsella (F. schulzei (Bardashev), F. stygia (Flajs) (рис. 2) и окончилась в конце среднего лохкова. На основе последовательности видов родов Lanea и Ancyrodelloides была составлена довольно подробная конодонтовая зональность для лохковского яруса западного склона Южного Урала (Mavrinskaya, Slavik, 2013; Mavrinskaya, Artyushkova, 2017). Линии Lanea и Ancyrodelloides вместе с другими космополитными родами среднего лохкова позволяют отлично выполнить глобальную корреляцию среднелохковских подразделений (рис. 3).



Рис. 1. Местоположение района исследований и геологическая ситуация: А – географическое положение района исследований; Б – фрагмент структурно-фациальной схемы: ЗЗ – Западно-Зилаирская зона; ВЗ – Восточно-Зилаирская зона; УТ – улутауская зона; ЗМ – Западно-Магнитогорская зона; ВМ – Восточно-Магнитогорская зона; В – геологическая схема с указанием местоположения обнажений в разрезе Миндигулово: 1, 2, 3 номера обнажений



Рис. 2. Конодонты из лохковских отложений нижнего девона из разреза Миндигулово, увеличение везде X32. Фиг. 1. *Icriodus* cf. *hesperius* (Ziegler), вид сверху I-элемента, обр. 8136, сиякский горизонт. Фиг. 2. *Zieglerodina* cf. *remscheidensis remscheidensis* (Ziegler), вид сбоку Ра-элемента, обр. 8036, сиякский горизонт (D11), (D₁). Фиг. 3, 4. *Lanea omoalpha* Murphy et Valenzuela-Ríos: 3 – вид сверху Ра елемента, обр. М-28, шерлубайский горизонт; 4 – вид сбоку Ра элемента, обр. М-22; шерлубайский горизонт. Фиг. 5, 6. *Lanea eoeleanorae* Murphy et Valenzuela-Ríos: 5 – вид сверху; 6 – вид снизу, обр. 271, шерлубайский горизонт. Фиг. 7, 8. *Lanea* aff. *eleanorae* (Lane et Ormiston): 7 – вид сверху, 8 – вид снизу, обр. М-35, шерлубайский горизонт. Фиг. 9, 10. *Lanea* cf. *telleri* (Schulze): 9 – вид сверху; 10 – вид снизу Ра элемента, обр. М-47, шерлубайский горизонт. Фиг. 11, 12. *Ancyrodelloides transitans* (Bischoff et Sannemann): 11 – вид сверху; 12 – вид снизу, обр. М-28, шерлубайский горизонт. Фиг. 13, 14. *Ancyrodelloides trigonicus* (Bischoff et Sannemann): 13 – вид сверху; 14 – вид снизу, обр. М-36. Фиг. 15. *Ancyrodelloides kutscheri* Bischoff et Sannemann, вид сверху, обр. М 12-278, шерлубайский горизонт. Фиг. 16. *Pelekysgnathus serratus* cf. *guadarramensis* Valenzuela Rios, вид сверху, I элемента, обр. М-29, шерлубайский горизонт. Фиг. 17. *Caudicriodus* cf. *angustoides alcoleae* (Carls), вид сверху, I элемент, обр. М-49, шерлубайский горизонт. Фиг. 18. *Pedavis gilberti* Valenzuella-Rios, вид сверху, обр. 02441



Рис. 3. Распределение конодонтов в нижнем лохкове на Западном склоне Южного Урала в разрезе Миндигулово: 1 – органогенный известняк, 2 – органогенно-детритовый известняк, 3 – комковатый известняк, 4 – битуминозный известняк, 5 – глинистый известняк с прослоями глинистого сланца, 6 – задернованный интервал с известняковыми валунами, 7 – глинистые сланцы, 8 – брахиоподы и остатки рыб, 9 – тентакулиты и криноидеи. Сокращения: А. – Ancyrodelloides, Am. – Amydrotaxis, F. – Flajsella, Icr. – Icriodus, L. – Lanea, Pand. – Pandorinellina, Pel. – Pelekysgnathus, Z – Zieglerodina

Верхняя часть обн. 2 сложена светло-серыми доломитизированными известняками. Численность конодонтов, выделенных из них, заметно сокращается. Количество экземпляров колеблется от 2–5 до 20 экземпляров на 1 кг породы. Состав конодонтовых комплексов резко меняется. Полностью исчезают таксоны родов *Lanea, Ancyrodelloides, Flajsella*. В комплексах отмечается преобладание мелководной фауны *Icriodus angustoides alcoleae* (Carls), *Pelekysgnathus serratus quadarramensis* Valenzuela-Rios, *Pelekysgnathus* sp. Самые верхние слои верхнего лохкова вскрыты в обн. 3, расположенного в верхней склона. Они сложены серыми биокластовыми известняками. Конодонты немногочисленные 15–30 экземпляров на 1 кг породы. Здесь помимо перечисленных выше таксонов появляется и распространяется зональный вид последней конодонтовой зоны верхнего лохкова *Pedavis gilberti* Valenzuela-Rios.

8_3		. Невада и Пиренеи	Пражская синформа	Испанские Центральные	Глобальная	Западный скл	он Южного Урала
Apyc	Подъярус	(Valenzuela-Rios & Murphy 1997)	(Slavik 2004, Slavic et al. 2012)	Пиренеи и Пражская синформа (Valenzuela-Rios et al. 2015)	зональность (Becker et al. 2012)	Субрегиональные горизонты	Установленные конодонтовые зоны в Миндигулово (Mavrinskaya & Slavik 2013, с изменениями)
()1	ИЙ	nandom bata	gilberti-steinachensis beta	gilberti-steinachensis beta	gilberti		gilberti
	верхні	gilberti	pandora beta-gilberti	pandora beta-gilberti	pandora beta		pandora beta
		trigonicus-	trigonicus, pandora beta	kutscheri-pandora beta	trigonicus		trigonicus
й		pandora beta	ungonicus-pandora octa	trigonicus-kutscheri	lingomeus		0
BCKP		eleanorae-	transitans-trigonique	transitans-trigonicus	transitans	Шерлубайский	transitane
KOI	й	trigonicus	uansnans-urgonicus	transmans-trigonicus	eleanorae		uaisitais
Лот	едни		boucoti-transitans]	
	cb	omus alpha-	eoeleanorae-boucoti		omoalpha		omoalpha
		cicanonae	carlsi-eoeleanorae	not treated			1000
			omoalpha-carlsi	not treated			<u>?</u>
	й		breviramus-omoalpha		eurekaensis		not zoned
	АНЖ	not zoned	optima-breviramus]		Сиякский	
	НИ		hesperius-optima		hesperius		hesperius

Рис. 4. Сопоставление различных конодонтовых зональностей для лохковского яруса нижнего девона

Таким образом, на западном склоне Южного Урала на примере Миндигуловского разреза наблюдается следующая динамика конодонтового разнообразия. Конодонтовые комплексы, выделенные из мелководных, органогенных (рифогеных) известняков малочисленные и бедные по таксономическому составу. Они характеризуются развитием мелководных родов *Oulodus, Wurmiella* и *Icriodus*. Наибольшее видовое разнообразие конодонтов наблюдается в среднелохковских пелагических образованиях. Это типичные для среднего лохкова комплексы, содержащие глубоководные конодонтовые роды, такие как *Lanea, Ancyrodelloides* и *Flajsella*.

В конце лохковского времени во многих регионах мира отмечается падение уровня моря, с кульминацией в пражское время (Chlupáč, Kukal, 1986, 1988; Slavík et al., 2012). В Миндигуловском разрезе, эта тенденция проявляется с появления и распространения мелководной фауны: *Icriodus, Pedavis* и *Pelekysgnathus*.

Полученные данные по биоразнообразию конодонтов в лохковском ярусе нижнего девона на западном склоне Южного Урала хорошо согласуются с данными по распространению конодонтов в регионах При-Гондваны и Евроамерики (Valenzuela-Rios, Murphy, 1997; Slavík et al., 2007, 2012; Corradini, Corriga, 2012; Mavrinskaya, Slavik, 2013; Mavrinskaya, Artyushkova, 2017), что указывает на хорошие палеокеанические связи Уральского региона с этими территориями.

Исследования выполнены по теме государственного задания № 0252-2014-0003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Краузе С.Н., Маслов В.А. Ордовик, силур и нижний девон Западного Башкирского Урала. Уфа: БФАН СССР, 1961. 94 с.

Тяжева А.П., Жаворонкова Р.А. Гарифуллина А.А. Кораллы и брахиоподы нижнего девона Южного Урала. М.: Наука, 1976. 223 с.

Becker R.T., Gradstein F.M., Hammer O. Devonian Period // In: Geologic Time Scale 2012. Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D. and Ogg, G.M. (eds.) Amsterdam: Elsevier. 2012. V. 1. Chapter 20. P. 525–558.

Chlupáč I., Kukal Z. Reflection of possible global Devonian events in the Barrandian area, C.S.S.R. // In Walliser, O.H. (ed.) Global Bio-events. Lecture Notes in Earth Sciences 8. 1986. P. 169–179.

Chlupáč I., Kukal Z. Possible global events and thestratigraphy of the Paleozoic of the Barrandian (Cambrian-Middle Devonian, Czechoslovakia) // Sborník Geologických Věd. Geologie. 1988. V. 43. P. 83–146.

Corradini C., Corriga M.G. A Přídolí–Lochkovian conodont zonation in Sardinia and the Carnic Alps: implications for a global zonation scheme // Bull. Geosciences. 2012. V. 87, N 3. P. 1214–1219.

Mavrinskaya T.M., Artyushkova O.V. Conodont characteristic of the Lochkovian-Pragian boundary interval in the Mindigulovo section (western slope of the Southern Urals) // Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. 2017. V. 97, N 3. P. 391–404.

Mavrinskaya T., Slavik L. Correlation of Early Devonian (Lochkovian–Early Pragian) conodont faunas of the South Urals (Russia) // Bull. Geosciences. 2013. V. 88, N 2. P. 283–296.

Slavík L., Valenzuela-Ríos J.I., Hladil J., Carls P. Early Pragian conodont-based correlations between the Barrandian area and the Spanish Central Pyrenees // Geol. J. 2007. V. 42. P. 499–512.

Slavík L., Carls P., Hladil J., Koptíková L. Subdivision of the Lochkovian Stage based on conodont faunas from the stratotype area (Prague Synform, Czech Republic) // Geol. J. 2012. V. 4. P. 616–631.

Valenzuela-Ríos J.I., Murphy M.A. A new zonation of middle Lochkovian (Lower Devonian) conodonts and evolution of *Flajsella* n. gen. (Conodonta) // In G. Klapper, M.A. Murphy & J.A. Talent (eds). Paleozoic Sequence Stratigraphy, Biostratigraphy and Biogeography, Studies in Honor of J. Granville ("Jess") Johnson. Geol. Soc. America. Spec. Paper. 1997. N 321. P. 131–144.

Valenzuela-Rios J.I., Slavik L., Liao J.C. et al. The middle and upper Lochkovian (Lower Devonian) conodont successions in key peri-Gondwana localities (Spanish central Pyrenees and Prague Synform) and their relevance for global correlations // Terra Nova. 2015. V. 27, N 6. P. 409–415.

ПАТОЛОГИИ ДЕВОНСКИХ КОНОДОНТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

В.М. Назарова, Л.И. Кононова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, VM516@yandex.ru

PATHOLOGIES OF DEVONIAN CONODONT ELEMENTS OF THE VORONEZH ANTECLISE

V.M. NAZAROVA, L.I. KONONOVA

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Pathological phenomena in Devonian conodonts are combined into 5 genetic groups: 1) mechanical breakdown of hard tissues with and without subsequent regeneration; 2) deviation of the growth of hard tissues due to soft tissue breaking; 3) genetic changes; 4) diseases; 5) results of normal functioning. Considered examples of pathologies *Abrasio, Accessio, Caudatio, Depressio, Diminutio, Duplicatio, Fusio, Impressio, Jugatio, Occlusio, Suppressio* are widely represented in Devonian deposits of the Voronezh Anteclise.

Key words: conodonts, pathologies, regeneration, Devonian.

Понятие о патологиях конодонтовых элементов было введено К. Веддиге (Weddige, 1990). По сути – это любое отклонение от нормальной формы элемента, имеющее различную природу. К. Веддиге было выделено 13 типов патологий. Позднее еще четыре типа были описаны А.З. Бикбаевым и М.П. Снигиревой (2003) и по одному – Р.Ч. Тагариевой (2013) и М.А. Соболевой (2014). В данной работе предлагается выделять еще один тип патологии – *Suppessio*. Итого к настоящему моменту насчитывается 20 типов патологий конодонтовых элементов, обозначенных латинизированными названиями.

Анализ изученных коллекций девонских конодонтов Воронежской антеклизы, а также литературных данных, позволил выделить следующие генетические группы патологий конодонтовых элементов:

- механическое повреждение твердых тканей с последующей регенерацией (Diminutio, Fractio, Fusio, Perforatio, Remotio и Transpositio) или без нее (Deflectio, Impressio);
- нарушение нормального нарастания твердых тканей (*Caudatio, Duplicatio y полигнатид, Mutilatio, Occlusio, Suppressio, Teratio*);
- генетические (наследуемые) изменения (Accessio, Decompositio, Duplicatio y икриодид, Jugatio);
- заболевания (Accessio, Caudatio, Decompositio, Deformatio, Duplicatio y полигнатид, Mutilatio);
- результаты нормального функционирования элементов (Abrasio, Depressio).

Большинство отклонений конодонтовых элементов от нормальной формы так или иначе связано с наружным нарастанием минерального вещества и удивительной способностью конодонтов к регенерации твердых тканей. Разнообразные повреждения залечивались, но если нарушение было значительным, прежнюю форму и размеры уже было не восстановить, особенно относительно соседних неповрежденных частей элемента, которые продолжали расти тоже. Среди патологий, связанных с повреждениями твердых тканей, наиболее часто встречается *Diminutio*. Она подразумевает уменьшение размера сломанного фрагмента элемента при его регенерации относительно предполагаемого исходного размера. На самом деле уменьшение фрагмента происходит уже при утрате отломанной части, следовательно, поврежденный участок должен расти значительно быстрее, чтобы достичь размера соседних. Действительно, как было показано К. Веддиге (Weddige, 1990), скорость регенерации выше, чем скорость нормального роста, так как пространство между элементом и поверхностью мягкой ткани в области отломанного фрагмента – пустое и может заполняться слоями апатита более быстро. В большинстве случаев обломанный участок регенерирует до своего исходного размера. Однако при потере больших фрагментов элемента этого ускорения недостаточно для того, чтобы достигнуть размера соседних частей, тем более, что они постоянно продолжают расти. Патология Diminutio наиболее часто встречается среди конических и рамиформных элементов. Так, например, в изученном материале 20% экземпляров акодиниформных элементов икриодид (рис. 1, а) из фаменских отложений скв. Ульяново УГ-1 (Калужская обл.) и 28% представителей рода *Coelocerodontus* из эйфельских отложений скв. Щигры-19 (Курская обл.) несут на себе заметные следы регенерации. Довольно регулярно во франских отложениях Воронежской антеклизы встречаются стержневидные элементы с обломанными и регенерированными зубчиками (рис. 1, b), реже аналогичные Рb-элементы (рис. 1, с, f). Конические и рамиформные элементы располагались в передней части конодонтового аппарата и отвечали за захват пищи, но по-видимому, им приходилось выполнять и защитную функцию, что и вызывало столь частые повреждения.

Регулярно в изученном материале встречается патология *Fusio*, подразумевающая слияние соседних поврежденных фрагментов при регенерации. Как правило, она свойственна Pb-элементам (puc. 1, d, f), у которых зубчики плотно примыкают друг к другу. Если один из них ломается, эпителиальная складка натягивается между соседними целыми зубчиками, а в образовавшемся общем пространстве формируются слои апатита, последовательно перекрывающие и остатки сломанного зубчика, и соседние с ним, формируя единый широкий зубец.

Кроме того, на одном экземпляре *Polygnathus* aff. *maximovae* Ovnatanova et Kononova были обнаружены следы вдавливания на поверхности платформы – редкая патология *Impressio* (рис. 1, е). Она, по-видимому, вызвана неосторожным измельчением добычи, содержащей твердые части, возможно, конодонтовые элементы более мелкого конодонта.

Патологии *Deflectio, Fractio, Perforatio, Remotio* и *Transpositio* в изученном материале не встречены, и, по-видимому, представлены в природе единичными артефактами, описанными разными исследователями (Weddige, 1990; Бикбаев, Снигирева, 2003; Тагариева, 2013).

Рассмотренные выше патологии вызваны повреждениями твердых тканей, которые происходили, видимо, когда элемент был выдвинут из эпителиального кармана и находился в рабочем положении. Сами же регенерирующие мягкие ткани не были повреждены, что и позволило запустить процесс залечивания. Но существует ряд патологий, которые были, по- видимому, вызваны повреждением мягких регенерирующих тканей, что впоследствии сказалось на нарастании твердых тканей и отразилось на форме конодонтового элемента. Возможно, именно это явилось причиной патологии *Suppressio* – угнетения роста одних зубчиков за счет расширения других, при том, что угнетенные зубчики не повреждались. Обычно это характерно для Pb-элементов (рис. 1f), как правило, угнетенными оказываются зубчики соседствующие с главным зубцом. Такие элементы регулярно встречаются во франских отложениях европейской части России, нередко на этих же элементах наблюдаются патологии *Fusio* и *Diminutio*. Патология *Suppressio* выделяется впервые в данной работе.

Патология *Caudatio* связана с искривлением и сужением заднего конца платформенного элемента полигнатид. В изученном материале эта патология довольно редка (3 экз.), искривление прослеживается только с нижней стороны платформы, сужение отсутствует (рис. 2, а).

Патология Occlusio (термин происходит от лат. «смыкание») не совсем удачно названа, потому что подразумевает нарушение смыкания парных элементов. При данной патологии не развивается часть гребней в передней части конодонтового элемента, ответственных за соединение элемента с парным. Следов повреждения и регенерации при этом не наблюдается. Неправильное формирование одного элемента из пары, как следствие, вызывает неправильное формирование второго. Следует отметить, что у платформенных элементов полигнатид и икриодид патология Occlusio должна иметь разную природу, поскольку данные элементы не гомологичны и соединялись в пары по-разному. В частности у икриодид в качестве патологии Occlusio, видимо, надо рассматривать общую деформацию переднего конца, что действительно вызовет неправильное смыкание (рис. 2, b).

Также у икриодид и полигнатид должна иметь разную природу патология *Duplicatio*. Для полигнатид раздвоение заднего конца элемента – это серьезное нарушение, ведущее к проблемам обработки пищи. Для икриодид это явление – ценное приобретение, способствующее расширению платформы конодонтовых элементов с перетирающей функцией, а потому явление *Duplicatio* у них довольно широко распространено (см. ниже). Примеров *Duplicatio* среди полигнатид, так же как и таких патологий, как *Teratio u Mutilatio*, в изученном нами материале не обнаружено. По-видимому, они являются крайне редкими (Weddige, 1990; Бикбаев, Снигирева, 2003; Тагариева, 2013).



Рис. 1. Травматические патологии конодонтовых элементов из верхнего девона Воронежской антеклизы, во всех случаях увеличение х50: а – патология *Diminutio* конического элемента, экз. МГУ № 272/700; фаменский ярус, лебедянский горизонт; Калужская обл., скв. Ульяново УГ-1, инт. 170,0–177,0 м, обр. УГ-1/62; b – патология *Diminutio* на фрагменте S-элемента, экз. МГУ № 272/879; франский ярус, воронежский горизонт; Воронежская обл., скв. Новохоперская 8750/1, инт. 111,1–115,8 м, обр. НХ-137; с – патология *Diminutio* на фрагменте S-элемента, экз. МГУ № 272/879; франский ярус, воронежский горизонт; Воронежская обл., скв. Новохоперская 8750/1, инт. 111,1–115,8 м, обр. НХ-137; с – патология *Diminutio* на фрагменте Pb-элемента, экз. МГУ № 272/884; саргаевский горизонт; Воронежская обл., скв. Воробьевка 2, инт. 164,4–169,8 м, обр. Вор-571; d – множественная патология *Fusio* на Pb-элементе, экз. МГУ № 272/885; возраст тот же; Курская обл., скв. Щигры-19, инт. 91,8–96,7 м, обр. Щ-19/33; е – патология *Impressio* на платформенном элементе *P*. aff. *maximovae*, экз. МГУ № 272/900; вид сверху; франский ярус, воронежский горизонт; Воронежская обл., скв. Новохоперская 8750/1, инт. 111,1–115,8 м, HX-137; f – патология *Suppressio*, *Diminutio* и *Fusio* на фрагменте Pb-элемента, экз. МГУ № 272/899; франский ярус, семилукский горизонт; Орловская обл., скв. Нарышкино 4177, гл. 182,5 м, обр. Нар-93; в проходящем свете

Ряд патологий вызван генетическими изменениями. В отличие от травм и болезней генетические изменения наследуются, и сохраняются в последующих поколениях какое-то время, а если оказываются благоприятными, то даже могут привести к видообразованию. Примером таких изменений может быть патология *Duplicatio* у икриодид: удвоение (иногда неоднократное) оси платформы на заднем конце элемента ведет к расширению этой платформы и способствует осуществлению перетирающей функции (рис. 2, с–f).

Другой пример генетических изменений – Accessio – возникновение дополнительных бугорков, зубчиков, их удвоение без серьезного влияния на общую форму конодонтового элемента. В ряде случаев эта патология проявляется только у отдельных особей (рис. 2, b, g). В каких-то популяциях она встречается так часто, что формы с лишними бугорками даже могут какое-то время считаться самостоятельными видами, как в случае с *Icriodus expansus* Branson et Mehl (форма без бугорка) и *I. nodosus* (Huddle) (форма с бугорком), объединенными в итоге в один вид *I. expansus*. Патология *Accessio* может быть проявлением возрастной изменчивости, как у вида *I. formosus* Nazarova, у представителей которого с ростом элемента удваиваются боковые зубчики (рис. 2d-f), что, несомненно, полезно для выполнения перетирающей функции. Благоприятные случайные изменения генотипа могут закрепляться у потомков и приводить к образованию новых видов и даже родов. Так в эволюции икриодид неоднократно из представителей рода *Pelekysgnathus* образовывались новые виды рода «*Icriodus*» путем постепенного появления боковых зубчиков (Назарова, 2015).

Атавизмы – тоже пример генетических аномалий, когда у каких-то видов вдруг проявляются черты предковых форм. Такие явления относятся к патологии *Jugatio*. Например, у некоторых (как правило, ранних) представителей рода *Icriodus* могут сохраняться резкие перегибы флангов базальной полости и отдельные бугорки в местах, где у их латерикриодусных предков располагались боковые отростки (рис. 2, f).



Рис. 2. Патологии конодонтовых элементов из среднего и верхнего девона Воронежской антеклизы (Курская обл.), во всех случаях увеличение x80: а – патология Caudatio на платформенном элементе Polygnathus alatus Huddle, экз. МГУ № 272/886; вид снизу; франский ярус, чаплыгинские слои; скв. Щигры-19, инт. 106,5–111,4 м, обр. Щ-19/66; b – патологии Occlusio и Accessio (удвоение бокового зубчика) на платформенном элементе Icriodus symmetricus Branson et Mehl, экз. № МГУ 272/836, вид сверху; франский ярус, семилукский горизонт; скв. Щигры-16, инт. 91,25-96,15 м, обр. Щ-16/33; с – патология Duplicatio на платформенном элементе Icriodus formosus Nazarova, экз. МГУ № 272/887; вид сверху; эйфельский ярус, мосоловский горизонт; скв. Щигры-19, инт. 194,7-199,6 м, обр. Щ-19/211; d - двукратная патология Duplicatio, а также патология Accessio (удвоение боковых зубчиков) на платформенном элементе I. formosus, экз. № МГУ 272/793, вид сверху; местонахождение, возраст, интервал те же, обр. Щ-19/213; е – патологии Duplicatio, Accessio и Abrasio (стертость верхней поверхности) на платформенном элементе I. formosus, экз. МГУ № 272/888, вид сверху; возраст тот же; скв. Щигры-16, инт. 199,05-203,95 м, обр. Щ- 16/231; f - патологии Duplicatio, Accessio и Jugatio на платформенном элементе I. formosus, экз. № МГУ 272/800; местонахождение, возраст, интервал те же, обр. Щ-16/235; g – патология *Accessio* на платформенном элементе *I. difficilis* Ziegler, Klapper et Johnson, экз. МГУ № 272/901, вид сверху; живетский ярус, старооскольский надгоризонт; скв. Щигры-19, инт. 175,1-180,0 м, обр. Ш-19/170; h - патология Abrasio среднего ряда зубчиков платформенного элемента *Icriodus* sp., экз. МГУ № 272/902, вид сбоку; возраст тот же; скв. Щигры-16, инт. 177,0–185,7 м, обр. Щ-16/22-7a; i – патология Abrasio на листовидном элементе Pseudobipennatus ziegleri Kononova et Kim, экз. № МГУ 272/763, вид сверху; эйфельский ярус, мосоловский горизонт; скв. Щигры-19, инт. 180,0–184,9 м, обр. Щ19/190; *j* – патология *Depressio* на платформенном элементе *I. gagievi* Kononova et Kim, экз. № МГУ 272/804, вид сверху; возраст тот же; скв. Щигры-16, инт. 184,35-189,25 м, обр. Щ-16/206

Еще одним примером генетических изменений может быть уникальная патология *Decompositio*, не встреченная в изученном нами материале, но широко распространенная и наиболее подробно разобранная в работе М.А. Матвеевой с соавторами (2014).

Некоторые патологии могли быть вызваны заболеваниями, спровоцированными нарушениями химического состава воды, паразитами или инфекциями. К таким патологиям можно отнести уже рассмотренные выше *Accessio, Caudatio, Decompositio, Duplicatio y полигнаmud, Mutilatio*, а также довольно распространенную патологию *Deformatio*, приуроченную даже к определенным стратиграфическим уровням (Бикбаев, Снигирева, 2003; Соболева, 2014).

Часть патологий не связана с какими-либо нарушениями, и по сути патологиями они не являются, а представляют собой результат нормального функционирования конодонтовых элементов, отражающий возрастную изменчивость, потому что, чем дольше элемент участвует в переработке пищи, тем больше на нем проявляются различные стертости – патология *Abrasio* (рис. 2, e, h, i), и формируются углубления на задней половине платформы – патология *Depressio* (рис. 2, j), которые уже не компенсируются наружным нарастанием вещества. Свойственны они конодонтовым элементам с ярко выраженной перетирающей функцией. Подобные стертости могут приводить к неправильной интерпретации элемента, например, листовидный конодонтовый элемент может быть принят за платформенный (Конова, Назарова, 2014).

Любые патологии нарушают восприятие видовых признаков конодонтов и затрудняют их определение, но при этом проливают свет на их экологические и функциональные особенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бикбаев А.З., Снигирева М.П. Патологические формы верхне-девонских конодонтов // Ежегодник-2002. Стратиграфия, палеонтология. Екатеригбург: УрО РАН, 2003. С. 14–20.

Кононова Л.И., Назарова В.М. Ревизованное описание рода *Pseudobipennatus* Kon. et Kim, 2005 (конодонты, средний девон) // Палеонтол. журн. 2014. № 3. С. 87–90.

Матвеева М.А., Журавлев А.В., Еременко Н.М. Фаменские конодонты с пластинчато-игольчатой орнаментацией элементов // Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. Вып. 129. С. 31–47.

Назарова В.М. Некоторые морфологические тенденции в эволюции родов Icriodus и Pelekysgnathus (конодонты) // Современная микропалеонтология. Сб. тр. XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания (24–28 августа 2015 г., Калининград). Калининград, 2015. С. 72–76.

Соболева М.А. Патологические формы франских конодонтов // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: материалы 23-й научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2014. С. 120–122.

Тагариева Р.Ч. Патологические формы конодонтов из пограничных фран-фаменских отложений Западного склона Южного Урала // Современная палеонтология: классические и новейшие методы. Тез. докл. М.: ПИН РАН, 2013. С. 39–40.

Weddige K. Pathological Conodonts // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 1990. Bd. 118. S. 563-589.

ГРАНИЦА КАСИМОВСКОГО И ГЖЕЛЬСКОГО ЯРУСОВ И СОПРОВОЖДАЮЩАЯ МИКРОФАУНА ТРАНСГРЕССИВНОЙ ЧАСТИ ЦИКЛА ФАЙНИС ШЕЙЛ (ФОРМАЦИЯ ГРАХАМ, ГРУППА СИСКО, ПЕНСИЛЬВАНИЙ) В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕХАСА, США

М.К. Нестелл¹, Г.П. Нестелл¹, Д.Е. Баррик²

¹Техасский университет в Арлингтоне, Арлингтон, Texac, США, nestell@uta.edu, gnestell@uta.edu ²Техасский технический университет, Луббок, Texac, США, jim.barrick@ttu.edu

Трансгрессивная часть цикла Финис Шейл (формация Грахам, группа Сиско, Вирджилий, Пенсильваний) в северо-центральном Техасе содержит обильные конодонты группы Idiognathodus simulator. Вид I. simulator является глобальным маркером границы касимовского и гжельского ярусов. Интервал также содержит доминантные аглютинированные фораминиферы с редкими известковыми таксонами. Маломощный известковый прослой с различными видами фузулинид рода Triticites залегает непосредственно под отложениями Финис Шейл.

THE KASIMOVIAN-GZHELIAN BOUNDARY AND ASSOCIATED MICROFAUNA OF THE TRANSGRESSIVE PART OF THE FINIS SHALE CYCLE (GRAHAM FORMATION, CISCO GROUP, PENNSYLVANIAN) IN NORTH-CENTRAL TEXAS, U.S.A.

M.K. NESTELL¹, G.P. NESTELL¹, J.E. BARRICK²

¹University of Texas at Arlington, Arlington, TX, USA ²Texas Tech University, Lubbock, TX, USA

The transgressive part of the Finis Shale cycle (Graham Formation, Cisco Group, Virgilian, Pennsylvanian) in North-Central Texas contains abundant conodonts of the group *Idiognathodus simulator*, the species *I. simulator* being the global marker of the Kasimovian–Gzhelian boundary. The interval also has a dominantly agglutinated foraminiferal fauna with scarce calcareous taxa. A thin calcareous unit with a diverse *Triticites* fusulinid fauna directly underlies the Finis Shale.

Key words: Pennsylvanian, Kasimovian, Gzhelian, Texas, conodonts, foraminifers.

Cyclical Pennsylvanian deposits are well developed in the midcontinent area of the United States where they comprise multiple sedimentary packages that record sea level fluctuations as lower transgressive deposits going from sandstone to a black shale (considered the deepest part of the cycle), overlain by regressive deposits from shale and carbonate back to a sandstone. Middle and Upper Pennsylvanian strata containing such cycles are widely exposed in North-Central Texas where mapping their stratigraphic distribution is complicated by multiple and widely developed sandstone channels that erode older strata. A number of these Texas cycles contain a distinctive highstand black shale interval that can be biostratigraphically correlated to coeval black shale units in Pennsylvanian cycles of Kansas and other areas.

The Graham Formation (Cisco Group, Virgilian, Upper Pennsylvanian) in North-Central Texas contains several transgressive-regressive depositional cycles (Barnes, 1987; Boardman, Work, 2004). The lowest cycle of the formation, commonly called the Finis Shale cycle, averages 30 m in thickness in the area around the city of Jacksboro (fig. 1A) and contains a significant black shale interval. Herein, only the microfauna of the transgressive portion of the cycle at the Lost Creek Lake dam spillway will be discussed. The megafaunal communities from this locality were discussed in Lobza et al. (1994).

The major paleontological significance of the Finis Shale cycle is that the basal part of the Finis Shale contains the first appearance of the conodont *Idiognathodus simulator* and related species that mark the level of the proposed global Kasimovian–Gzhelian boundary (Chernykh et al., 2006). In Texas, this global boundary lies in strata well above the Missourian-Virgilian regional boundary, which is just above the top of the Ranger Limestone of the Canyon Group in the base of the overlying Colony Creek Shale and is marked by the first occurrence of the conodont *Streptognathodus zethus*.

The Lost Creek Lake dam spillway and nearby shore of the lake at Jacksboro contain excellent exposures of the Finis Shale cycle exhibiting a relatively complete transgressive-regressive sequence whose base is on the top of the Home Creek Limestone (Canyon Group, Virgilian, Upper Pennsylvanian) and contains, in stratigraphic order, an unnamed lenticular siltstone/sandstone, a green, plant-bearing mudstone, scattered *Myalina* banks in a mudstone/siltstone, a very thin fusulinid-rich siltstone, the Finis Shale (black mudstone/siltstone in the lowest few meters), the Jacksboro Limestone topped by scattered *Myalina* banks in a siltstone, and an unnamed siltstone to sandstone unit ending the cycle.

The measured section presented in figure 1B represents the initiation of the transgressive part of the cycle and overlies unnamed poorly exposed lenses of deltaic sandstone, as noted by the undescribed unit at the base of the section. The marginal marine part of the section begins with Unit 1, a light green, plant-bearing clay less than one meter thick with mud cracks and containing the agglutinated foraminifers *Thuramminoides* and *Ammodiscus* (fig. 2). Unit 2 is a bioturbated ironrich gray sandstone up to 40 cm thick with scattered lenses 10-30 cm thick (Unit 3) containing the bivalve *Myalina* in a reddish colored laminated mudstone/siltstone. Scarce agglutinated and common calcareous foraminifers are present (fig. 1B). Unit 4 is a very thin (10–13 cm) siltstone with scattered phosphate nodules and a very rich fusulinid fauna dominated by species of *Triticites* (fig. 3), and calcareous small foraminifers (fig. 2). *Triticites* fusulinid faunas are typical for the Late Pennsylvanian in North America, and distinctly different from the type of fusulinid fauna reported from the GSSP boundary strata (Davydov et al., 2008).

This unit is in the stratigraphic position of the Salem School Member of the Graham Formation, a member that correlates to the Leavenworth Limestone in Kansas (Boardman, Heckel, 1989). Unit 5, the lower part of the Finis Shale Member, is approximately 2.6 m of black grading into gray/black mudstone/siltstone, topped by Unit 6, a 20 cm prominent phosphate nodule interval. The complete thickness of the Finis Shale in the section is about 9 m. The basal part of Unit 5 contains abundant conodonts of the *Idiognathodus simulator* group (fig. 1B; fig. 2). The species *I. simulator* marks the global Kasimovian-Gzhelian boundary (Heckel et al., 2008). The foraminiferal fauna is dominated by agglutinated genera such as *Thuramminoides, Ammodiscus, Reophax, Ammobaculites*, and *Hyperammina* (fig. 2).

Four species of the *Idiognathodus simulator* group were recovered from the base of the black shale of the Finis Shale cycle: *I. auritus, I. lateralis, I. luganicus,* and *I. simulator* (fig. 2). This faunal composition is similar to the one reported from the basal Gzhelian Heebner Shale by Hogancamp et al. (2016). These specimens share many of the distinct morphological characteristics as the specimens from the Heebner Shale, including the strong caudal shift of the eccentric groove and the short rostral adcarinal ridges. Several specimens of *I. simulator* with a very apparent isolated adcarinal ridge, diagnostic of the species are present. A smaller number of *Streptognathodus* elements are present, most being examples of *S. pawhuskaensis*, but a few specimens show some widening of the ventral platform area and separation of the transverse ridges into nodes. Only a few elements of *Gondolella, Idioprioniodus, Hindeodus,* and *Adetognathus* species were recovered. The presence of *I. simulator* elements like the type material from the Heebner Shale, combined with a species composition similar to that of the Heebner, indicate that the basal shale of the Finis cycle is basal Gzhelian in age (I. simulator Zone, Barrick et al., 2013).



Fig. 1. Stratigraphic column of the transgressive part of the Finis Shale cycle: A – Locality map of North-Central Texas showing city of Jacksboro; B – The measured section JLC located a few kilometers to the northeast of the city at the Lost Creek Lake dam spillway showing the lower transgressive part of the Finis Shale cycle with the distribution of foraminifers and conodonts. Fusulinid species from the unit 4 are shown in figure 3



Fig. 2. Kasimovian-Gzhelian boundary foraminifers and conodonts from the Finis Shale (Graham Formation) from the JLC section, Lost Creek Lake dam spillway, Jacksboro area, North-Central Texas. Kasimovian Stage (4, 7–13), Gzhelian Stage (1–3, 5, 7, 14–20), scale bar – 100 μm; 1 – *Thuramminoides sphaeroidalis* Plummer, sample JLC-II; 2 – *Hyperammina bulbosa* Cushman et Waters, sample JLC-I; 3 – *Ammobaculites inconspicuus* Cushman et Waters, sample JLC-I; 4 – *Spiroplectammina clavata* Cushman et Waters, sample JLC-3, 5 – *Reophax fittsi* (Warthin), sample JLC-II; 6 – *Ammodiscus semiconstrictus regularis* Waters var. *regularis* Waters, sample JLC-III; 7 – *Earlandia perparva* Plummer, sample JLC Mya; 8 – *Brunsiella* sp. 1, sample JLC Mya; 9 – *Calcitornella heathi* Cushman et Waters, sample JLC If; 10–12 – *Globivalvulina biserialis* Cushman et Waters, sample JLC Mya; 14, 15 – *Streptognathodus pawhuskaensis* (Harris et Hollingsworth), sample JLC-I; 16 – *Idiognathodus auritus* (Chernykh), sample JLC-I; 17, 21–24 – *Idiognathodus simulator* (Ellison), sample JLC-I; 18 – *Idiognathodus auritus* (Chernykh), sample JLC-II; 19, 25 – *Idiognathodus lateralis* Hogancamp, Barrick et Strauss, sample JLC-I; 20 – *Streptognathodus pawhuskaensis* (Harris and Hollingsworth), broad form, sample JLC-I



Fig. 3. Kasimovian fusulinids from the Salem School equivalent strata immediately under the Finis Shale: 1 – *Triticites* aff. *T. cullomensis* Dunbar and Condra; 2 – *Triticites oryziformis* Newell; 3 – *Triticites beedei* Dunbar et Condra; 4 – *Triticites* sp.; all free specimens from Unit 4

REFERENCES

Barnes V.E. Geologic Atlas of Texas Wichita Falls-Lawton sheet // University of Texas at Austin Bureau of Economic Geology. 1987.

Barrick J.E., Lambert L.L., Heckel P.H. et al. Midcontinent Pennsylvanian conodont zonation // Stratigraphy. 2013. V. 10. P. 1–18.

Boardman D.R., Heckel P.H. Glacial Eustatic sea-level curve for the early Upper Pennsylvanian sequence in northcentral Texas and biostratigraphic correlation for midcontinent North America // Middle and Late Pennsylvanian Chronostratigraphic Boundaries in North-Central Texas. Glacial Eustatic Events, Biostratigraphy, and Paleoecology. Texas Tech University Studies in Geology 2. Lubbock: Texas. 1989. P. 63–74.

Boardman D.R., Work D.W. Stratigraphic distribution of the ammonoids *Schumardites* and *Vidrioceras* and implications for the definition and correlation of the global Gzhelian Stage, Upper Pennsylvanian Series // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. 2004. V. 22. P. 23–27.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I. et al. Usolka section (southern Urals, Russia): a potential candidate for GSSP to define the base of the Gzhelian Stage in the global chronostratigraphic scale // Geologija. 2006. V. 49. P. 205–217.

Davydov V.I., Chernykh V.V., Chuvashov B.I et al. Faunal assemblage and correlation of Kasimovian-Gzhelian Transition at Usolka Section, Southern Urals, Russia (a potential candidate for GSSP to define base of Gzhelian Stage) // Stratigraphy. 2008. V. 5. P. 113–135.

Heckel P.H., Alekseev A.S., Barrick J.E. et al. Choice of conodont *Idiognathodus simulator* (*sensu stricto*) as the event marker for the base of the global Gzhelian Stage (Upper Pennsylvanian Series, Carboniferous System) // Episodes. 2008. V. 31. P. 319–325.

Hogancamp N.J., Barrick J.E., Strauss R.E. Geometric analysis and taxonomic revision of the Gzhelian (Late Pennsylvanian) conodont *Idiognathodus simulator* from North America // Acta Palaeontol. Polonica. 2016. V. 61. P. 477–502.

Lobza V., Schieber J., Nestell M. The influence of sea level changes and possible pycnocline shifts on benthic communities in the Finis Shale (Virgilian) near Jacksboro, North-Central Texas // Pangea: global environments and resources. Calgary, Alberta, Canada, Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 17. 1994. P. 927–947.

ВЛИЯНИЕ ТАФОНОМИИ НА БИОСТРАТИГРАФИЮ ГЛУБОКОВОДНО-ШЕЛЬФОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО КОНОДОНТАМ

А.Н. Плотицын, Д.А. Груздев, А.В. Журавлев

Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, anplotitzyn@rambler.ru

TAPHONOMICAL INFLUENCE ON THE CONODONT BIOSTRATIGRAPHY OF THE DEEP-WATER SHELF DEPOSITS

A.N. PLOTITSYN, D.A. GRUZDEV, A.V. ZHURAVLEV

N.P. Yushkin Institute of Geology, Komi Scientific Center, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

Calciturbidites provides main information for the conodont biostratigraphy of the deep-water deposits of the shelf depressions. Clayey-siliceous deposits contain poor complexes. Using of the reworked conodonts in the biostratigraphy leads to the shift of biostratigraphic zonal boundaries, and adversely affects biofacial and paleoecological reconstructions. At the same time, differentiation of complexes into autochthonous and allochthonous from calciturbidites is difficult.

Key words: conodonts, taphonomy, reworking, deep-water shelf deposits, calciturbidites.

Расчленение и корреляция – две главные задачи стратиграфии, решение которых осуществляется в настоящее время при помощи целого ряда методов. При этом, одним из наиболее востребованных и широко применяемых методов при стратиграфических построениях является палеонтологический, в котором, в настоящее время, лидирующую позицию занимает микропалеонтология. В пределах Североуральского региона фаменско-турнейские отложения, сформировавшиеся в пределах глубоководного шельфа (впадины на шельфе), широко представлены в ряде разрезов Приполярного Урала и гряды Чернышева и характеризуются богатыми комплексами различных групп микрофауны. Подобные разрезы имеют наиболее полную биостратиграфическую характеристику, где достаточно уверенно прослеживаются границы зональных подразделений, и, как следствие, границы подразделений ОСШ (ярусов и систем).

В седиментационных системах внутришельфовых впадин осадконакопление происходит путем фонового осаждения глинисто-креминстых отложений и инъекционного поступления турбидитными потоками карбонатного материала. Традиционно, основной массив информации для биостратиграфического анализа конденсированных разрезов внутришельфовых впадин получается из карбонатных отложений. При этом существенно увеличивается вероятность переотложения микрофаунистических остатков, в том числе конодонтовых элементов. В то же время, вопреки представлениям о том, что глубоководные осадки всегда обогащены конодонтовыми элементами, фаменско-турнейские автохтонные (первичные силициты, аргиллиты) и субавтохтонные (известковистые аргиллиты, глинистые и кремнистые пелитоморфные известняки) отложения характеризуются крайне бедными как количественно, так и таксономически, индифферентными комплексами конодонтов. В редких случаях повышение концентраций конодонтовых элементов (до 500 элементов на см³) наблюдаются на поверхностях напластования (!) фоновых отложений, которые, по всей видимости, соответствуют диастемам (Zhuravlev, Gerasimova, 2016). Причем наиболее перспективными представляются черные известковистые и кремнистые тонкослоистые аргиллиты.

Проблема, связанная с переотложеннием фаменско-турнейских конодонтовых элементов, рассматривается достаточно давно (Spalletta et al., 1983; Buchholtz, Luppold, 1990; Babek, Kalvoda, 2001; Журавлев, 2012 и многие др.) и в последнее время она приобрела еще больший резонанс в связи с установленным фактом переотложения конодонтов в пограничном интервале девонской и каменноугольной систем в глобальном стратотипическом разрезе Ла Серре É во Франции (Монтань Нуар) (Kaiser, 2009; Kaiser, Becker, 2007; Kaiser, Corradini, 2008). Настоящая работа направлена на рассмотрение некоторых тафономических факторов, влияющих на биостратиграфические и прочие построения на основе остатков конодонтов, на примере фаменско-турнейских глубоководно-шельфовых разрезов Североуральского региона (рис. 1).



Рис. 1. Палеоландшафтный профиль Кожимской внутришельфовой впадины в фаменском и турнейском веках. Данные о ширине впадины из публикаций В.В. Юдина (1994), В.В. Попова и А.В. Журавлева (2012а)

Аллохтонная природа карбонатного материала большей части известняков в фаменскотурнейских разрезах Кожимской внутришельфовой впадины подтверждается текстурноструктурными особенностями, характерными для цикла Боумы (рис. 2) (Bouma, 1962), а также распределением в известняковых слоях анизотропии магнитной восприимчивости (Попов, Журавлев, 2012). Косвенно на аллохтонную природу турбидитных известняков указывает последовательное уменьшение карбонатной составляющей в разрезах, вынесенных на палеоландшафтный профиль впадины, по мере их удаления от внутреннего склона в более глубоководную центральную часть (рис. 1). Последовательное уменьшение турбидитной составляющей наглядно демонстрируется при удалении от разрезов внутреннего склона (разрезы на рр. Изъяель и Вангыр) глинисто-карбонатного типа к более мористым разрезам кремнисто-глинисто-карбонатного типа на рр. Сывъю и Кожим и наиболее удаленному от внешнего и внутреннего склонов разрезу на р. Тырбылью, отложения которого представлены преимущественно кремнистыми аргиллитами и силицитами. В аллохтонных отложениях концентрации конодонтовых элементов могут быть на 2–3 порядка выше, чем в субавтохтонных или автохтонных. Подобная ситуация возможно характерна для интервалов разреза, сформировавшихся в периоды парникового климата с трофически бедными океаническими и бассейновыми экосистемами. В периоды ледникового и переходного климата (например, в позднем турне и раннем визе) картина меняется - концентрации конодонтовых элементов в фоновых осадках существенно возрастают в сочетании с увеличением таксономического разнообразия. Вероятно, в эти интервалы времени трофическая насыщенность пелагических экосистем возрастала, что отразилось на разнообразии и обилии захоронившихся конодонтовых элементов. Кроме того, важно помнить, что основным источником карбоната, поступающего в седиментационные системы впадин на шельфе (в том числе, для Кожимской и Каратаихинской (Предпайхойской) палеовпадин), являлся материал, накопившийся в относительно мелководных условиях на бровке склона и материал захваченный на склоне турбидитным потоком (Журавлев, 2012б; Еременко, Журавлев, 2013). Если изначально "питающая провинция" характеризовалась небогатыми комплексами конодонтов, то



Рис. 2. Строение карбонатного градационного циклита

Α	Apyc	Чермных и др., 1980	Чермных и др., 1988	Nemirovskaya et al., 1992	Sobolev et al., 2000, 2002	Журавлев, 20126	Авторские данные	№ слоя	Apyc	Чермных и др., 1980	Чермных и др., 1988	Nemirovskaya et al., 1992	Sobolev et al., 2000, 2002	Журавлев, 20126	Авторские данные	Nº слоя
	C ₁ t	sulcata Siph. duplicata	ilcata [Siph. duplicata	sulcata duplicata	duplicata	duplicata	H.duplicata B.duplicata	4 69 71 72 75	C _i t	Siph. quadruplicata	Siph. quadruplicata	plicata нет данных	ta isosticha	adruplicata isostic	ta . isosticha	83 85 86 89
1	D ₃ fm	1. costatus Siph. s	s. trigonicus Siph. su	expansa :- si	pansa слои с Pal. sulcata	pansa ipraesulcata sulcata	expansa * sulcata	54 57 58 64	C	Siph. duplicata	Siph. duplicata S	duplicata quadrup	duplicata (* crenulat	duplicata qu	uplicata quadruplicat	1 72 75 78 80 8

Рис. 3. Эволюция представлений о расчленении опорного разреза турнейского яруса на р. Кожим (Приполярный Урал): А – пограничный девонско-каменноугольный стартиграфический интервал; Б – среднетурнейский стратиграфический интервал. Сокращения: Bi. – *Bispathodus*; Siph. – *Siphonodella*; Ps. – *Pseudopolygnathus*; Pal. – *Palmatolepis*; isostic. – isosticha; ** – praesulcata; * – sandbergi

ожидать повышенные концентрации конодонтовых элементов в градационных циклитах не приходится, и наоборот.

Важной особенностью биостратиграфического анализа комплексов конодонтов из турбидитов является сортировка конодонтовых элементов по гидравлической крупности (Мс-Goff, 1991), которая в свою очередь отлично сопоставляется с гранулометрией кластической части известняковых песчаников (Babek, Kalvoda, 2001). Однако важно учитывать, что конодонты могут переотлагаться непосредственно внутри литокластов, что негативно будет влиять на сопоставление гранулометрии обломков и гидравлической крупности конодонтовых элементов. Наибольшие концентрации конодонтов (Р-элементы) отмечаются в элементах а-с цикла Боумы, а в элементах е-f, в свою очередь, концентрации значительно ниже (Журавлев, 2012). Основной причиной увеличения концентраций конодонтовых элементов в нижних частях градационных циклитов является гидродинамическое обогащение и сортировка. В настоящее время существует несколько методик установления наличия гидродинамической сортировки конодонтовых элементов. Первая методика продемонстрирована в работе О. Бабека и Ю. Калводы (2001) и основывается она на установлении взаимосвязи изменения гранулометрии обломочной составляющей карбонатов и размеров конодонтовых элементов. Вторая методика описана и применена для позднедевонско-раннекаменноугольных турбидитов А.В. Журавлевым (2012б). Она основана на проведении оценки соотношения на треугольных диаграммах различных типов элементов конодонтового аппарата (S, M и Р), с учетом их четкой морфологической дифференцированности. Однако факт наличия сортировки палеонтологического материала не обязательно корреспондируется с диахронными переотложением. Определение диахронности переотложения становится возможным лишь в тех случаях, когда в комплексе отмечаются находки таксонов с непересекающимися стратиграфическими интервалами распространения. Причем возможны случаи, когда весь выделенный комплекс конодонтов может оказаться переотложенным и определение диахронности переотложения не представляется возможным из-за того, что вся информация для биостратиграфического анализа получена из обломочных карбонатов. В таком случае разделение комплексов на автохтонные (субавтохтонные) или аллохтонные не представляется возможным, по крайней мере, в настоящее время.

Использование аллохтонных комплексов конодонтов как основы для биостратиграфии приводит к систематическому сдвигу биостратиграфических границ вверх по разрезу. При этом оценить величину этого сдвига весьма сложно. В опорном разрезе турнейского яруса на р. Кожим (Приполярный Урал), например, границы практически всех зональных подразделений, в том числе граница между девонской и каменноугольной системами (нижняя граница зоны sulcata), проводятся в основаниях карбонатных градационных циклитов (турбидитов). Каждая новая ревизия и (до-) переопробование разреза приводит к сдвигу почти всех нижних границ зональных подразделений вниз по разрезу от одного турбидита к другому (рис. 3). В это же время автохтонные комплексы конодонтов, выделенные из фоновых или близких к ним отложений, крайне бедны и представлены преимущественно видами широкого стратиграфического распространения, которые обитали, вероятно, в верхней части водного столба. В нижнем турне это представители родов Neopolygnathus, некоторые Pseudopolygnathus, Bispathodus и другие спатогнатодиды, а также приониодиниды (Ligonodina). Столь сильные вариации в таксономическом составе комплексов, выделенных из аллохтонных карбонатных пород и из фоновых отложений влияют не только на пределы биостратиграфической точности, но и негативно сказываются на биофациальных и палеоэкологических построениях. Поэтому наряду с палеонтологическими исследованиями необходимо проводить детальные литолого-седиментологические изыскания во избежание неточностей в дальнейших выводах. Разделение полученных из градационных циклитов комплексов на переотложенные и "местные" в случае, когда стратиграфические интервалы распространения таксонов пересекаются, возможно, лишь условно. Для этого необходимо досконально исследовать фоновые и аллохтонные отложения с целью сравнения таксономического состава конодонтов, а так же необходимы тщательные сравнения и выявление закономерностей гидравлической крупности конодонтовых элементов и обломочной составляющей отдельных элементов градационных циклитов. При этом, все равно сложно представить, каким образом в седиментационных системах внутришельфовых впадин ориктоценозы конодонтов из карбонатных отложений коррелируются с биоценозами. Ведь после смерти конодонтового животного дискретные конодонтовые элементы продолжают участвовать в седиментационных процессах в качестве форменных элементов.

Многие наблюдения и закономерности влияния некоторых тафономических факторов на биостратиграфические и прочие построения, полученные при исследовании серии частных глубоководно-шельфовых фаменско-турнейских разрезов Североуральского региона, возможно, будут справедливы и для некоторых других групп микрофауны и микроостатков макрофауны.

Авторы выражают благодарность А.Н. Сандуле за рекомендации, которые способствовали улучшению статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Еременко Н.М., Журавлев А.В. Литолого-генетическая типизация среднепалеозойских глубоководных отложений // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории: Мат-лы VII Всероссийского литологического совещания. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013. Т. І. С. 290–294.

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

Журавлев А.В. Тафономия конодонтовых элементов в позднедевонско-раннекаменноугольных турбидитах севера Урала и Пай-Хоя // Литосфера. 20126. № 3. С. 14–21.

Попов В.В., Журавлев А.В. Использование анизотропии различных магнитных параметров для определения направления сноса материала при изучении турбидитных потоков // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Т. 7, № 1. URL: http://www.ngtp.ru/rub/2/11_2012.pdf

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

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

Юдин В.В. Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург: УИФ "Наука", 1994. 283 с.

Babek O., Kalvoda J. Compositional Variations and Patterns of Conodont Reworking in Late Devonian and Early Carboniferous Calciturbidites (Moravia, Czech Republic) // Facies. 2001. V. 44. P. 211–226.

Bouma A.H. Sedimentology of some flysch deposits // A graphic approach to facies interpretation. Amsterdam: Elsevier, 1962. 168 p.

Buchholz P., Luppold F.W. Ein unterkarbonisches Herzynkalkkonglomerat aus der westlichen Harzgeroder Zone (Sudharz) // Geologica et Palaeontologica. 1990. V. 24. P. 65–75.

Kaiser S.I. The Devonian/Carboniferous boundary stratotype section (La Serre, France) revisited // Newsletters on Stratigraphy. 2009. V. 43, N 2. P. 195–205.

Kaiser S.I., Becker R.T. The required revision of the Devonian-Carboniferous boundary // J. Stratigraphy. 2007. V. 31. Supplement 1. P. 95.

Kaiser S.I., Corradini C. Should the Devonian-Carboniferous boundary be redefined? // Subcommission on Devonian Stratigraphy. Newsletter. 2008. V. 23. P. 55–56.

McGoff H.J. The hydrodynamics of conodont elements // Lethaia. 1991. V. 24. P. 235-247.

Nemirovskaya T.I., Chermnykh V.A., Kononova L.I., Pazukhin V.N. Conodonts of the Devonian-Carboniferous boundary section, Kozhim, Polar Urals, Russia // Ann. Soc. Geol. Belgique. 1992. V. 115. P. 629–647.

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

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

Spalletta C., Perry M.C., Vai G.B. Pattern of conodont reworking in the Upper Devonian of the Alps: palaeoenviromental and palaeotectonic implications // Lethaia. 1983. V. 16. P. 51–66.

Zhuravlev A.V., Gerasimova A.I. XMT micropalaentological study of the silicites // Vestnik IG Komi SC UB RAS. 2016. N 3. 26–32.

КОНОДОНТЫ НИЖНЕГО ДОМАНИКА (ФРАНСКИЙ ЯРУС, ВЕРХНИЙ ДЕВОН) ЗАПАДНОГО СКЛОНА ПРИПОЛЯРНОГО И ПОЛЯРНОГО УРАЛА, ЮЖНОЙ ЧАСТИ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА И ЮЖНОГО ТИМАНА

М.А. Соболева

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, matusha.888@mail.ru

CONODONTS OF THE LOWER DOMANIK (FRASNIAN, UPPER DEVONIAN) OF THE WESTERN SLOPE OF THE SUBPOLAR AND POLAR URALS, SOUTHERN PART OF THE CHERNYSHEV RIDGE AND SOUTHERN TIMAN

M.A. SOBOLEVA

Institute of Geology, Komi Scientific Center, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

Conodonts from the Lower Domanik in the sections of the western slope of the Subpolar and Polar Urals, southern part of the Chernyshev Ridge and Southern Timan are considered. The stratigraphical importance of *Polygnathus timanicus* Ovnatanova, possessing stratigraphic interval comprising the punctata zone of the Domanik regional stage of the Frasnian is proved.

Key words: conodonts, Domanik, Frasnian, Upper Devonian.

Разрезы доманикового горизонта (франский ярус, верхний девон) расположены в различных фациальных зонах шельфа в пределах Тимано-Североуральского региона. Они образуют ряд профилей, но наиболее полный проходит через южную часть гряды Чернышева вплоть до зоны сочленения Елецких и Лемвинских фаций в Приполярной части Урала (Соболева и др., 2018). Данный профиль охватывает внутришельфовую впадину, биогермные постройки бровки шельфа, континентальный склон и его подножие.

Доманиковый горизонт характеризуется особым комплексом фауны с преобладанием брахиопод, аммоноидей, остракод и конодонтов, на основе распространения которых отложения расчленяются на зоны: punctata, hassi и jamieae стандартной конодонтовой шкалы (Ziegler, Sandberg, 1990). На раннюю фазу punctata приходится трансгрессивный этап осадконакопления, в результате которого произошли значительные перестройки в таксономическом разнообразии и количественном содержании конодонтов вплоть до полного исчезновения некоторых таксонов (Соболева, Матвеева, 2017). Ведущую роль в составе сообщества конодонтов играли представители родов *Palmatolepis* Ulrich et Bassler и *Polygnathus* Hinde. В это время существенно сокращается разнообразие представителей родов *Mesotaxis* Klapper et Philip и *Zieglerina* Bardashev et Bardasheva и практически полностью исчезают раннефранские представители рода *Ancyrodella* Ulrich et Bassler. Менее развит и характеризуется единичными экземплярами более толерантный к фациальным условиям род *Icriodus* Branson et Mehl.

Представительный материал, полученный при изучении конодонтов из разрезов западного склона Приполярного (рр. Кожым, Косью) и Полярного (р. Малая Уса) Урала, южной части гряды Чернышева (руч. Изъяель) и Южного Тимана (р. Чуть), позволил выделить зону punctata нижнего доманика (рис. 1).

В нижнедоманиковых отложениях на р. Кожым комплекс конодонтов следующий: появляются Palmatolepis punctata (Hinde), Pa. martenbergensis Müller, Pa. bochemica Klapper et Foster, Polygnathus timanicus Ovnatanova; продолжают развиваться Palmatolepis transitans Müller, Mesotaxis asymmetrica (Bischoff et Ziegler), Icriodus symmetricus Branson et Mehl; заканчивает свое существование Zieglerina ovalis (Ziegler et Klapper). Отсутствуют широко развитые в раннефранское время представители рода Ancyrodella Ulrich et Bassler – Ancyrodella soluta Sandberg, Ziegler et Bultynk, An. binodosa Uyeno, An. alata Glenister et Klapper, An. rotundiloba (Bryant), An. pramosica Perri et Spalletta и др. Однако, среднедоманиковое время было благоприятным для An. gigas Youngquist, An. devonica Garcia-Lopez и An. africana Garcia-Lopez.

В нижнедоманиковых отложениях на р. Косью выделяется сходный, но более разнообразный комплекс конодонтов: появляются *Palmatolepis punctata* (Hinde), *Polygnathus timanicus*

Тектонические структуры	Уральс	ская складчато-над система адная струкгурная	виговая зона	Предуральский краевой прогиб	Тиманская гряда
Районы исследований Конодонты	Приполярн р. Кожым	ный Урал р. Косью	Полярный Урал р. Малая Уса	Гряда Чернышева руч. Изьяель	Южный Тиман р. Чуть
Palmatolepis punctata (Hinde, 1879)		G			
Palmatolepis martenbergensis Muller, 1956			-15		
Palmatolepis bochemica Klapper et Foster, 1993					
Palmatolepis transitans Muller, 1956				•	
Palmatolepis gutta Kuzmin, 1998					
Palmatolepis aristovi Bardasnev et Bardasneva, 2012 Palmatolepis aff. triquetra Kuzmin. 1998					
Mesotaxis asymmetrica (Bischoff et Ziegler, 1957)					
Mesotaxis falsiovalis Sandberg, Ziegler et Bultynk, 1989					
Mesotaxis bogoslovskyi Ovnatanova et Kuzmin, 1991					
Mesotaxis johnsoni Klapper, Kuzmin et Ovnatanova, 1996				•	
Zieglerina nuda Bardashev et Bardasheva, 2012					
Zieglerina ovalis Ziegler et Klapper, 1964					
Icriodus symmetricus Branson et Mehl, 1938					
Polygnathus timanicus Ovnatanova, 1969					
Polygnathus dubius Hinde, 1879 sensu Klapper et Philip, 1971	-1				
Polygnathus foliatus Bryant, 1921					
Polygnathus uchtensis Ovnatanova et Kuzmin, 1991					
Polygnathus decorosus Stauffer, 1938				224	
Polygnathus xylus Stauffer, 1938					
Polygnathus dengleri dengleri Bischoff et Ziegler, 1957					
Polygnathus dengleri sagitta Aboussalam et Becker, 2007					
Polygnathus pollocki Druce, 1976					
Polygnathus efimovae Kononova, Alekseev,				•	
Datskov et Kenners, 1990 Polygnathus seraphimae Ovnatanova et Kononova, 1996					
Polygnathus vjalovi Zvereva, 1986				•	
Ancyrodella rugosa Branson et Mehl, 1934				~~~~	
Ancyrodella africana Garcia-Lopez, 1981					
Рис 1 Распространение конолонтов в разрезах запално	о склона Приполярно	ого и Поляпного Vns	ла южной части rns	път Чернышева и Юх	кного Тимана

Ovnatanova, немного позднее появляются единичные *Palmatolepis martenbergensis* Müller, *Polygnathus dubius* Hinde sensu Klapper et Philip, *Po. foliatus* Bryant, *Po. uchtensis* Ovnatanova et Kuzmin; продолжают развиваться *Palmatolepis transitans* Müller, *Polygnathus decorosus* Stauffer, *Po. xylus* Stauffer, *Mesotaxis asymmetrica* (Bischoff et Ziegler), *M. falsiovalis* Sandberg, Ziegler et Bultynk, *M. bogoslovskyi* Ovnatanova et Kuzmin, *Zieglerina ovalis* (Ziegler et Klapper); заканчивают (?) свое существование *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff et Ziegler, *Po. dengleri sagitta* Aboussalam et Вескег. Представители рода *Ancyrodella* Ulrich et Bassler отсутствуют.

В разрезе на р. Малая Уса комплекс конодонтов нижнего доманика характеризуется большим разнообразием видов. В его составе отмечается следующая закономерность: появляются *Palmatolepis gutta* Kuzmin, *Polygnathus timanicus* Ovnatanova, *Po. foliatus* Bryant *Po. uchtensis* Ovnatanova et Kuzmin; продолжают развиваться *Palmatolepis transitans* Müller *Po. xylus* Stauffer, *Po/decorosus* Stauffer, *Icriodus symmetricus* Branson et Mehl, а доминируют *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler et Bultynk, *M. asymmetrica* (Bischoff et Ziegler), *M. johnsoni* Klapper, Kuzmin et Ovnatanova; заканчивают (?) свое существование *Polygnathus dengleri dengleri* Bischoff et Ziegler, *Po. pollocki* Druce, *Zieglerina nuda* Bardashev et Bardasheva. Присутствуют единичные *Ancyrodella rugosa* Branson et Mehl и *An. africana* Garcia-Lopez.

На гряде Чернышева комплекс конодонтов нижнего доманика установлен на руч. Изъяель (левый приток р. Косью). Он крайне обедненный и состоит из *Polygnathus timanicus* Ovnatanova, *Po. uchtensis* Ovnatanova et Kuzmin и *Zieglerina ovalis* (Ziegler et Klapper).

На Южном Тимане комплекс конодонтов нижнего доманика самый представительный. Он изучен на материале из разреза р. Чуть (любезно предоставлен П.А. Безносовым). В разной степени отмечается преобладание представителей трех родов: *Palmatolepis* Ulrich et Bassler, *Polygnathus* Hinde и *Mesotaxis* Klapper et Philip. Род *Palmatolepis* представлен видами *Pa. punctata* (Hinde), *Pa. gutta* Kuzmin, *Pa. transitans* Müller, *Pa. aristovi* Bardashev et Bardasheva, *Pa.* aff. *triquetra* Kuzmin, *Polygnathus* Hinde – *Po. timanicus* Ovnatanova, *Po. pollocki* Druce, *Po. efimovae* Kononova, Alekseev, Barskov et Reimers, *Po. seraphimae* Ovnatanova et Kononova, *Po. vjalovi* Zvereva, *Po. xylus* Stauffer, *Mesotaxis* Klapper et Philip – *M. falsiovalis* Sandberg, Ziegler et Bultynk, *M. johnsoni* Klapper, Kuzmin et Ovnatanova. Присутствуют единичные Zieglerina nuda Bardashev et Bardasheva, *Z. ovalis* (Ziegler et Klapper), *Icriodus symmetricus* Branson et Mehl и *Pelekusgnathus* sp.

Кроме того, конодонты рассматриваемого возраста достоверно установлены автором по керну скважины, расположенной в пределах Денисовского прогиба Печорской синеклизы. Здесь определены *Polygnathus* cf. *efimovae* Kononova, Alekseev, Barskov et Reimers и *Po.* cf. *angustidiscus* Youngquist.

Комплексы конодонтов, выделенные из нижнедоманиковых отложений западного склона Приполярного и Полярного Урала, южной части гряды Чернышева и Южного Тимана, позволяют достаточно уверенно распознать зону punctata стандартной конодонтовой шкалы. Однако вид-индекс этой зоны *Pa. punctata* (Hinde) редко встречается в изученных разрезах, в отличие от *Po. timanicus* Ovnatanova. Последний наиболее характерный в нижнедоманиковых отложениях исследуемого региона. В связи с этим повышается корреляционное значение вида *Poю timanicus*, интервал распространения которого ограничен зоной punctata.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Соболева М.А., Матвеева Н.А. Доманиковый горизонт и проявление глобального события Punctata в разрезах западного склона севера Урала // Байкальская молодежная научная конференция по геологии и геофизике: Мат-лы IV Всероссийской молодежной научной конференции. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет, 2017. С. 64–67.

Соболева М.А., Соболев Д.Б., Матвеева Н.А. Разрез франского яруса на р. Кожым (западный склон Приполярного Урала) – результаты биостратиграфических, био-, литофациальных и изотопно-геохимических исследований // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2018. Т. 13, № 1. http://www.ngtp.ru/rub/2/2_2018.pdf

Ziegler W., Sandberg C.A. The Late Devonian standard conodont zonation // Courier Forschungsinstitut Senkenberg. 1990. V. 121. 115 p.

ПАЛИНОМОРФЫ

СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ *АМВROSIA ARTEMISHOFOLIA*, ЕЕ ПРИСУТСТВИЕ В СУБФОССИЛЬНЫХ И ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ (ЮГ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА)

В.Б. Базарова, Е.П. Кудрявцева, М.С. Лящевская, Л.М. Мохова

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, bazarova@tig.dvo.ru

MODERN DISTRIBUTION OF AMBROSIA ARTEMISIIOFOLIA, ITS PRESENCE IN SUBFOSSIL AND HOLOCENE DEPOSITS IN THE PRIMORSKII KRAI (SOUTH OF THE FAR EAST)

V.B. BAZAROVA, E.P. KUDRYAVTSEVA, M.S. LYASHCHEVSKAYA, L.M. MOKHOVA

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Since the end of the early Holocene the *Ambrosia*, known also as common ragweed, low ragweed, or annual ragweed, occurred in the plant communities in the east of the Asian continent. In the south of the Far East of Russia it appeared in the middle Holocene at the latest. Its pollen presence in the sediments in the west of the lacustrine Khanka Plain is correlatable with the early man appearance. The maximum proportion of its pollen has been recorded in the deposits dated to the Little Ice Age. The interval since the 19th century to the mid-60s of the 20th century is marked by its complete absence from the territory. The isolated center of the plant spreading in the southern Far East of Russia came into being at the 2nd half of the 20th century. The data at hand strongly suggest the process of the species secondary range development to be still running in the southern Far East. The secondary centers of the *Ambrosia artemisiifolia* distribution developed in the east and west of Eurasian continent independently. It should be stressed that equally independent was the formation of the ragweed secondary ranges in Southeastern China and the Russian Far East. *Key words*: invasive species, *Ambrosia artemisiifolia*, pollen, distribution, Holocene, Primorskii Krai.

По современным данным род *Ambrosia* американского происхождения насчитывает от 40 до 43 видов (Сосудистые ..., 1992; Flora ..., 2011). В настоящее время виды этого рода широко распространились во многих странах мира, особенно амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), являющаяся карантинным сорняком.

Первое упоминание об *A. artemisiifolia* в Приморском крае было сделано в 1966 г. (Пименов и др., 1966). В этом же году она была включена в состав флоры Приморского края (Ворошилов, 1966). О находках пыльцы *A. artemisiiofolia* в погребенных отложениях юга российского Дальнего Востока впервые было опубликовано в 90-х гг. прошлого столетия (Верховская, Есипенко, 1993; Верховская, Кундышев, 1995).

Материалы, полученные авторами работы, позволили расширить представление о современном распространении *A. artemisiiofolia*, а также ее присутствии в прошлом на территории Приморского края.

К началу 21 века *А. artemisiifolia* сформировала два крупных вторичных ареала на Евразиатском континенте – европейский (в западной Европе и на юге европейской части России) и дальневосточный. В Европу вид был завезен во второй половине XIX в. (Chauvel et al., 2006). В России первые растения этого вида отмечены в 1918 г. прошлого столетия С.Г. Колмаковым в окрестностях г. Ставрополя (Марьюшкина, 1986). На востоке континента вид распространен в Северо-Восточном Китае и на юге российского Дальнего Востока. В Северо-Восточном Китае и забезен с 30-х годов XX века (Qin et al., 2014).

За первые 20 лет амброзия полыннолистная широко распространилась в южной и югозападной частях Приморского края (Недолужко, 1984). В Хабаровском крае вид массово встречается в южных районах. Самые северные точки сбора – побережье Татарского пролива, 49° с.ш. (Антонова, 2014). Сборы амброзии в Приморском крае относятся к западным и юго-западным районам, приурочены к федеральной трассе Владивосток-Хабаровск и сельскохозяйственным районам. Для горной части края этот вид не указывается (Аистова и др., 2014). Авторские материалы выявили произрастание вида в новых местообитаниях на территории Приморского края (рис. 1).

В Приморском крае вид встречается от уровня моря до высоты 1500 м, что несколько выше, чем в Китае – 1000 м и на Северном Кавказе – 1200 м (Дзыбов, 1989; Flora ...,



Рис. 1. Карта локализация голоценовых разрезов и современное распространение Ambrosia artemisiiofolia на юге Дальнего Востока: I – разрезы; II – точки сбора гербарных образцов; III – точки наблюдения

2011). Обычными местообитаниями *A. artemisiifolia* являются сельскохозяйственные земли, огороды, обочины дорог, железнодорожные насыпи, линейные сооружения (трубопроводы, электросети), при строительстве которых был нарушен растительный покров.

На Приханкайской равнине (юг Дальнего Востока) были изучены субфоссильные спорово-пыльцевые спектры (СПС) из поверхностных проб разного генезиса (рис. 2). Пробы 1–3, 6, 7, 10–13 и 15 отобраны в восточной части равнины, пробы 4, 5, 8, 9 и 14 – в западной. Пыльца *Ambrosia* найдена в большом количестве (10–52%) во всех пробах. По данным (Петренко и др., 2009) в субфоссильных СПС Приханкайской равнины на долю пыльцы *Ambrosia* приходится до 9%. В поверхностных осадках, изученных в 70-х гг. прошлого столетия, пыльца амброзии не отмечена (Алешинская, Шумова, 1978).

При сопоставлении ископаемой пыльцы *Ambrosia* с эталонными препаратами современных видов *A. trifida* L., *A. artemisiifolia* L., *A. dumosa* (A. Gray) Payne, *A. ilicifolia* L. было установлено, что ископаемая пыльца амброзии имеет морфологическое сходство с пыльцой *A. artemisiifolia* (Верховская, Есипенко, 1993).

Впервые на юге российского Дальнего Востока пыльца *Ambrosia* была найдена в двух культурных слоях голоценового возраста, где в СПС доминирует пыльца *Ambrosia* (47,1–55,5%) (Верховская, Есипенко, 1993). Также пыльца *Ambrosia* была встречена в разрезе лагунной террасы на юге Приморья. Она же в единичных количествах найдена в песчано-галечниковых осадках верхней части древнего берегового бара на северном берегу оз. Тальми. Эти отложения накапливались в конце голоценового оптимума (5,3–4,5 тыс. л. н.) (Верховская, Кундышев, 1995).

Ископаемая пыльца *Ambrosia* была найдена в отложениях средне-позднеголоценового возраста западной части Приханкайской равнины (Bazarova et al., 2008; Базарова и др., 2018). Появление пыльцы амброзии в разрезах западной части Приханкайской равнины со-



Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма субфоссильных осадков Приханкайской равнины

поставляется с появлением древнего человека на этой территории. В пойме р. Мельгуновка пыльца амброзии появилась в осадках, отложившихся в III в. до н. э. (рис. 3).

По археологическим материалам на рубеже IV-III вв. до н. э. в Приморье появляется население, относящееся к кроуновской культуре (с IV-III вв. до н. э. по II-III вв. н. э.). Это были развитые земледельческие сообщества (Krounovka-1 ..., 2004). В разрезе пойменных осадков р. Комиссаровка пыльца амброзии найдена в отложениях, относящихся к V–VI вв. н. э. (рис. 3). Для этого периода характерно похолодание с уменьшением влажности, способствовавшее расширению площадей степных ландшафтов на Приханкайской равнине. Археологические памятники этого периода связаны с культурой мохэ (IV-V вв. н. э.). На территории Приморья выделяются несколько территориально-хронологических групп, одной из которых является ханкайская (Пискарева, 2013). В СПС пойменных осадков р. Комиссаровка в отложениях этого периода наблюдается пик амброзии. В разрезе аккумулятивного вала в устье р. Комиссаровка, в песчаном горизонте средневекового возраста, найдены единичные зерна амброзии (рис. 3). Это время существования государство Бохай (VIII–X вв.). Основная масса бохайских памятников сосредоточена в местах удобных для занятия земледелием (Государство ..., 1994). На спорово-пыльцевых диаграммах разрезов пойменных отложений рек Мельгуновка и Комиссаровка в столбцах Ambrosia между двумя пиками наблюдается спад ее пыльцы в осадках, формировавшихся в XIII-XIV вв., а в разрезе аккумулятивного вала в осадках этого периода ее пыльца отсутствует (рис. 3) (Bazarova et al., 2008; Bazarova et al., 2014). По историческим данным, в XIII в. распалась Золотая империя чжурчжэней (1115–1234 гг.), и, начиная с этого времени, отсутствие остатков любых поселений свидетельствует о запустении этой территории (Государство ..., 1994).

На востоке Азии наиболее древние осадки с пыльцой амброзии найдены на юге Китая и на Корейском полуострове (конец раннего–начало среднего голоцена) (Jiu, Qiu, 1994; Evstigneeva, Naryshkina, 2013). А в южной части российского Дальнего Востока она появляется только во второй половине среднего голоцена (Верховская, Есипенко, 1993). Распространение амброзии на юге Дальнего Востока, скорее всего, связано с миграцией древних людей с территорий Китая и Кореи в южную часть современного российского Дальнего Востока и началом земледелия на Приханкайской равнине 4,6–3,7 тыс. лет назад (поздний

неолит) (Клюев и др., 2002). Возможно, одной из причин дальнейшего активного распространения амброзии было увеличение численности населения на юге Дальнего Востока в финальную фазу позднего голоцена. Необходимо отметить, что пыльца встречена в разрезах торфяников западной Европы (Valsecchi et al., 2010; Michczynski et al., 2013). На северозападе России она найдена в слое торфа возрастом 4–3,5 тыс. лет (Nosova et al., 2017).

В период с XIX в. по 60-е годы XX в. на территории юга российского Дальнего Востока амброзия не встречалась. Это, вероятно, связано с потеплением, сопровождавшееся увеличением атмосферного увлажнения, которое привело к сокращению площадей степных и лугово-степных ландшафтов. Современный изолированный центр распространения амброзии на юге Дальнего Востока России появился в 60–70-х гг. прошлого столетия. Подтверждением этому является отсутствие пыльцы амброзии в поверхностных осадках Приханкайской равнины, отобранных до 70-х гг. (Алешинская, Шумова, 1978). По мнению геоботаников, причиной появления амброзии на территории российского Дальнего Востока является завоз зерновых из Северной Америки в 60–70-х гг. XX столетия через морские порты этого региона. Необходимо заметить, что вторичные очаги расселения амброзии полыннолистной на западе и востоке Евразии формировались независимо. Также следует подчеркнуть независимость формирования вторичных ареалов на территории Северо-Восточного Китая и на юге Дальнего Востока России.



Рис. 3. Спорово-пыльцевые диаграммы голоценовых отложений Приханкайской равнины: 1 – разрез пойменных отложений р. Мельгуновка; 2 – разрез пойменных отложений р. Комиссаровка; 3 – разрез аккумулятивного вала в устьевой зоне р. Комиссаровка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аистова Е.В., Безбородов, Гуськова Е.В., Рогатных Д.Ю. Формирование трофических связей аборигенных видов жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) с *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) в условиях Приморского края России // Зоол. журн. 2014. Т. 93, № 8. С. 960–966.

Алешинская З.В., Шумова Г.М. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры Приханкайской равнины // Палинологические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВНЦ, 1978. С. 60–66.

Антонова Л.А. Адвентивный компонент флоры морского побережья Хабаровского края // Комаровские чтения. Вып. 62. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 63–105.

Базарова В.Б., Лящевская М.С., Макарова Т.Р., Орлова Л.А. Обстановки осадконакопления в поймах рек Приханкайской равнины в среднем-позднем голоцене (юг Дальнего Востока // Тихоокеанская геол. 2018. № 1. С. 94–105

Верховская Н.Б., Есипенко Л.П. О времени появления *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) на юге Российского Дальнего Востока // Ботан. журн. 1993. Т. 78, № 2. С. 94–101.

Верховская Н.Б., Кундышев А.С. Растительность побережья залива Петра Великого в оптимальную фазу голоцена // Комплексное изучение разрезов голоценовых отложений побережья залива Петра Великого (Японское море). М.: Изд-во «Багира-Пресс», 1995. С. 8–17.

Ворошилов В.Н. Флора советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1966. 478 с.

Государство Бохай (698-926 гг.) и племена Дальнего Востока России. М.: Наука, 1994. 219 с.

Дзыбов Д.С. Фитоценотический метод борьбы с амброзией полыннолистной – *Ambrosia artemisifolia* L. // Теоретические основы биологической борьбы с амброзией. Л.: Наука, 1989. С. 227–229.

Клюев Н.А., Сергушева Е.А., Верховская Н. Б. Земледелие в финальном неолите (по материалам поселения Новоселище-4) // Традиционная культура Востока Азии. Благовещенск: изд-во Амурского гос. Ун-та, 2002. С. 102–126.

Марьюшкина В.Я. Амброзия полыннолистная и основы биологической борьбы с ней. Киев: Наукова думка, 1986. 120 с.

Недолужко В.А. Распространение *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) в Приморском крае // Ботан. журн. 1984. Т. 69, № 4. С. 527–529.

Петренко .И., Микишин Ю.А., Белянина Н.И. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Приханкайской равнины Приморья // Естественные и техн. науки. 2009. № 4. С. 162–171.

Пименов М.Г., Хохряков А.П., Пименова Р.Е. Флористические новинки из Южного Приморья // Бюл. ГБС. 1966. Вып. 63. С. 78–79.

Пискарева Я.С. Новые результаты исследований мохэской культуры Приморья // Вестн. Томск. ун-та. История. 2013. № 2. С 80–85.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 6 / Отв. ред. С.С. Харкевич. СПб.: Наука, 1992. 428 с.

Bazarova V.B., Grebennikova T.A., Orlova L.A. Natural-environment dynamics within the Amur River basin during the Neoglacial // Geography and Natural Resources. 2014. V. 5, N 3. P. 275–283.

Bazarova V.B., Mokhova L.M., Orlova L.A., Belyanin P.S. Variation of the Lake Khanka Level in the Late Holocene, Primorye // Russian J. Pacific Geol. 2008. V. 2, N 3. P. 82–86.

Chauvel B., Dessaint F., Cardinal-Legrand C., Bretagnolle F. The historical spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. in France from herbarium records // J. Biogeography. 2006. V. 6. P. 665–673.

Evstigneeva T.A.. Naryshkina N.N. Mid-Holocene Vegetation and Environments on the Northeaster coast of Korean Peninsula // Botanica Pacifica. A Journal of Plant Science and Conservation. 2013. V. 2, N 1. P. 27–34.

Flora of China. 2011. Vol. 20-21. Asteraceae. P. 877.

Jiu K-B., Qiu H-L. Late Holocene pollen records of vegetation changes in China: climate or human disturbance? // Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sci. 1994. V. 5, N 3. P. 393–410.

Krounovka-1, Site in Primorie, Russia. Report of excavation in 2002 and 2003. / In: Study of Environmental Change of Early Holocene and the Prehistoric Subsistence System in Far East Asia (M. Komoto, O.H. Kumamoto, eds.). Shimoda Print Co. Ltd., 2004. 58 p.

Michczynski A., Kolaczek P., Margielewski W. et al. Radiocarbon age-depth modeling prevents misinterpretation of past vegetation dynamics: case study of Wierchomla Mire (Polish Outer Carpathians) // Radiocarbon. 2013. V. 55, N 2–3. P. 1724–1734.

Nosova M., Severova E., Volkova O. A 6500-year pollen record from the Polistivo-Lovatskaya Mire System (northwest European Russia) // Vegetation dynamics and signs of human impact. Grana. 2017 (published online DOI: 10.1080/00173134.2016.1276210).

Qin Z., Ditommaso A., Wu R.S., Huang H.Y. Potential distribution of two *Ambrosia* species in China under projected climate change // European Weed Research Soc. 2014. V. 54. P. 520–531.

Valsecchi V., Carraro G., Conedera M., Tinner W. Late-Holocene vegetation and land-use dynamics in the Southern Alps (Switzerland) as a basis for nature protection and forest management // The Holocene. 2010. V. 2, N 4. P. 483–495.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПЕРЕСТРОЙКИ ЭОЦЕНОВОГО МОРСКОГО БАССЕЙНА СИБИРСКО-ТУРГАЙСКОГО СУБРЕГИОНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ДИНОЦИСТ

О.Н. Васильева

Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, vasilyeva@igg.uran.ru

PALAEOGEOGRAPHIC RECONSTRACTIONS OF THE EOCENE SEA BASIN FROM SIBERIAN-TURGAY REGION ACCORDING TO DINOCYST STUDY

O.N. VASILYEVA

Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg

The correlation of marine Eocene sediments along Zauralie – northern and southern parts of Turgay Strait meridian profile has been made based on the Dinocyst biozonal scale. Large episodes of the interconnections of West-Siberian and Turan sea basins through Turgay Strait were established during Ypresian, Lutetian, Bartonian and Priabonian epochs.

Key words: dinocysts, Eocene, Turgay Strait.

Хорошо известно, что Западносибирский морской бассейн и Тургайский пролив являлись важнейшей частью системы глобальной циркуляции водных масс Северного полушария в верхнемеловое и палеогеновое время (Шацкий, 1978; Akhmetiev, 1996; Найдин, 2003; Барабошкин и др., 2007). После закрытия в маастрихте Западного внутреннего бассейна Североамериканского континента сохранился только один эпиконтинентальный морской путь в Северной Евразии, соединявший Палеоарктический бассейн и моря Тетиса (Беньямовский, 2003). Палеоатлантика как полноценное меридиональное морское сообщение Арктического океана и морей Тетиса в раннем кайнозое не существовала (Лукашина, 2004).

Основным звеном в системе морских меридиональных сообщений в раннем кайнозое было Западносибирское море, которое сообщалось с Туранским (Среднеазиатским) морем через сравнительно узкий и протяженный Тургайский пролив. В ряде работ проведен сравнительный анализ комплексов микробиоты в Западносибирском, Палеоарктическом, Тургайском бассейнах и предложены палеогеографические карты распространения морского бассейна, выделены этапы его формирования (Беньямовский, 2003; Radionova et al., 2003; Амон и др., 2007; Барабошкин и др., 2007; Ахметьев и др., 2010; Akhmetiev et al., 2012). Трудности палеогеографических построений в кайнозое связаны с тем, что эта территория принадлежит к разным палеоклиматическим областям, охватывает бассейны с различным типом седиментации и характеризуется дискретным распределением кремнистых и извест-ковистых микрофоссилий по разрезу.

Имеющийся в нашем распоряжении палинологический материал из палеогеновых отложений Зауралья и Тургайского прогиба позволяет детально расчленять и коррелировать морские осадки эоцена на биозональной основе по диноцистам (Васильева, 2014, 2015, 2016) (рис. 1). Меридиональные профили коррелируемых отложений дают возможность проследить распространение морских отложений эоцена в Сибирско-Тургайском субрегионе (рис. 2).

Ипрский век (56,0–47,8 млн лет). Часть серовской и ирбитская свиты в Зауралье отвечают последовательным зонам диноцист ипрского яруса: Apectodinium augustum, Deflandrea oebisfeldensis, Wetzeliella meckelfeldensis, Dracodinium simile, D. solidum, D. varielongitudum, Charlesdowniea coleothrypta, слои с Ch. columna, Wetzeliella eocaenica (рис. 1). Подъем уровня Мирового океана, начавшийся в позднетанетское время, обеспечивал максимальное наполнение акватории Западносибирского моря в ипрском веке, водная среда и биота которого формировались под влиянием бореальных (арктических) трансгрессивных циклов. В течение ипрского времени осуществлялось полноценное морское сообщение Западносибирского бассейна с Туранским морем через Тургайский пролив. Кратковременный интервал

снижения уровня Западносибирского моря и вероятный перерыв осадконакопления регистрируется в раннем ипре. Предположительно, морской рукав протягивался вдоль Уральских гор и имел выход через Аятский (Орский) пролив (зона Deflandrea oebisfeldensis). С наибольшей вероятностью, вслед за этим интервалом последовал кратковременный перерыв в Зауральской части бассейна (зона Wetzeleiella astra). Ослабление морской связи происходило в конце ипрского века. В настоящее время осадки, содержащие зону динофлагеллат позднего ипра Wetzeliella eocaenica, не выявлены в северной части Тургайского прогиба, но присутствуют в Челкарской впадине, Зауралье и южной окраине Западносибирской плиты. Состав комплексов органикостенного микропланктона, присутствие в осадках микрофоссилий с кремнистым скелетом согласуются с заключением о преобладающей бореальной трансгрессии в ипрский век.

Лютетский век (47,8–41,2 млн лет). Отложения лютетского яруса более полно представлены в южной части Тургайской впадины. Здесь, в верхней подсвите тасаранской свиты, саксаульской и нижней подсвите чеганской свиты установлены следующие биостратоны, относящиеся к лютетскому ярусу: зона Wetzeliella eocaenica, слои с Rhombodinium magnum – Costacysta bucina, слои с Rhombodinium turgaicum, зона Enneadocysta arcuata (рис. 1). На Кустанайской седловине выявлены синхронные биостратоны в белинской толще и тавдинской свите: слои с Rhombodinium magnum, зоны Phthanoperidinium regale – Ph. clithridium и Enneadocysta arcuata. В Южном Зауралье им соответствуют региональная зона Kisselevia огната и зона Enneadocysta arcuata тавдинской свиты.



Рис. 1. Сопоставление зональных шкал по диноцистам для эоцена Зауралья и Тургайского прогиба

Состав сообществ динофлагеллат позволяет предполагать, что лютетский морской бассейн в Тургайском проливе сформировался под влиянием южных течений, поступавших, в том числе, из восточноазиатского (китайского) моря. В середине лютетского века (региональная зона диноцист Kisselevia ornata) бассейн в Западной Сибири, с наибольшей вероятностью, изолирован от Палеоарктики.

В нем развивается в значительной степени провинциальный комплекс органикостенного микропланктона, состав которого формируется в опресненных обстановках. На границе лютетского и бартонского веков на Кустанайской седловине наблюдаются микропланктонные сообщества с доминированием фрагментов водного папоротником азолла.

Бартонский век (41,2–37,8 млн лет). Две зоны диноцист отвечают бартонскому веку – Rhombodinium draco и Rhombodinium porosum. Наиболее представительные зональные ассоциации выявлены в нижней подсвите чеганской свиты Южно-Тургайской впадины и обедненные сообщества – в тавдинской свите Южного Зауралья. С наибольшей вероятностью, морской бассейн в бартонском веке занимал обширную акваторию, включая Южно-Тургайскую впадину, Тургайский прогиб и часть Западносибирской плиты (рис. 3). Однако на Кустанайской седловине бартонские отложения пока достоверно не установлены (Васильева, 2015).



Рис. 2. Карта-схема расположения меридиональных профилей эоценовых отложений по данным изучения диноцист: АА1 – ипр; ББ1 – лютет-бартон-приабон

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Ранний ипр (зона D.oebisfeldensis)



Лютет



Ипр



Бартон - Приабон

Рис. 3. Палеогеографические реконструкции морского эоценового бассейна в Сибирско-Тургайском субрегионе по данным изучения диноцист

Приабонский век (37,8–33,9 млн лет). Зона диноцист Rhombodinium perforatum отвечает приабонскому веку и установлена в верхней части чеганской свиты Южно-Тургайской впадины. В северной части Тургайского прогиба и Зауралье аналог этой ассоциации не выявлен. Зональные комплексы приабонского века выявлены в тавдинской свите Омского прогиба, бассейна р. Сосьва, Васюган (Яковлева, Александрова, 2013).

Исходя из распространения ассоциаций динофлагеллат приабонского возраста в Сибирско-Тургайском субрегионе, можно предполагать, что морской водоем занимал достаточно обширную акваторию, охватывая Челкарскую, Северокустанайскую впадины и часть Западносибирской плиты, достигая района Северной Сосьвы. По-видимому, центром распространения бассейна являлась Челкарская впадина, откуда морские массы поступали к северу через Тургайский пролив (рис. 3). В приабонское время акватория бореального бассейна сместилась в центральный район Западной Сибири. С наибольшей вероятностью, Западносибирское море не имело сообщения с Палеоарктикой; об этом свидетельствуют палинофации тавдинской свиты, обогащенные макро- и микроостатками азоллы (Ахметьев и др., 2010; Яковлева, Александрова, 2013).

Два крупных этапа взаимосвязи Западносибирского и Туранского морей установлены в эоценовое время. Ипрский этап – интервал наиболее полного и свободного меридионального морского сообщения характеризуется преимущественным поступлением водных масс из Палеоарктики. Ипрский эпизод является продолжением позднетанетского полноводного этапа. Лютет-бартон-приабонский эпизод соответствует преобладающей южной связи Туранского и Западносибирского бассейнов. В течение лютетского века сообщение Западносибирского и Палеоарктического бассейнов прервалось.

Работа выполнена в рамках темы № 0393-2016-0023 государственного задания ИГГ УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амон Э.О., Васильева О.Н., Малышкина Т.П. Очерк палеогеографии региона Большого Урала и сопредельных территорий в позднемеловое и палеогеновое время // Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН: Сборник научных трудов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 136–160.

Ахметьев М.А. Запорожец Н.И., Яковлева А.И. и др. Сравнительный анализ разрезов и биоты морского палеогена Западной Сибири и Арктики // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18, № 6. С. 1–26.

Барабошкин Е.Ю., Найдин Д.П., Беньямовский В.Н. и др. Проливы Северного полушария. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007. 182 с.

Беньямовский В.Н. Проливы, водные массы, течения и палеобиогеографическое районирование морских бассейнов палеоцена Северо-Западной Евразии по фораминиферам // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2003. Т. 78, вып. 4. С. 56–77.

Васильева О.Н. Зональная последовательность диноцист эоцена южной части Тургайского прогиба (Челкарская впадина, Казахстан) // Литосфера. 2014. № 6. С. 132–140.

Васильева О.Н. О возрасте тавдинской свиты в Тургайском прогибе // Ежегодник-2014. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 162. 2015. С. 8–20.

Васильева О.Н. Диноцисты морского палеогена Зауралья // Ежегодник-2015. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 163. 2016. С. 8–17.

Лукашина Н.П. Палеоокеанология Северной Атлантики по бентосным фораминиферам // Океанология. 2004. Т. 44, № 4. С. 145–153.

Найдин Д.П. Тургайский пролив в системе меридионального соединения позднемеловых морей Северного полушария // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2003. Т. 78, вып. 4. С. 49–55.

Шацкий С.Б. Основные вопросы стратиграфии и палеогеографии палеогена Сибири // Палеоген и неоген Сибири. Новосибирск: Наука, 1978. С. 3–21.

Яковлева А.И., Александрова Г.Н. К вопросу об уточнении зонального деления по диноцистам палеоценэоценовых отложений Западной Сибири // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2013. Т. 88, вып. 2. С. 59–82.

Akhmetiev M.A. Ecological crises of the Paleogene and Neogene in Extratropical Eurasia and their putative causes // Paleontol. J. 1996. V. 30, N 6. P. 738–748.

Akhmetiev M.A., Zaporozhets N.I., Benyamovskiy V.N. et al. The Paleogene history of the Western Siberian seaway – a connection of the Peri-Tethys to the Arctic ocean // Austrian J. Earth Sci. 2012. V. 105, N 1. P. 50–67.

Radionova E.P., Beniamovski, A.I. Iakovleva, N.G. et al. Early Paleogene transgressions: stratigraphical and sedimentological evidence from the northern Peri-Tethys // Geol. Soc. Amer. Spec. Paper. 2003. N 369. P. 239–261.

РОЛЬ САМООРГАНИЗАЦИИ В РАЗВИТИИ МИКРОАРХИТЕКТУРЫ СЛОЖНЫХ ПАТТЕРНОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Н.И. Габараева, В.В. Григорьева

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, 1906ng@mail.ru

THE ROLE OF SELF-ASSEMBLY IN DEVELOPMENT OF COMPLEX MICROARCHITECTURE PATTERNS OF BIOLOGICAL MATTERS

N.I. GABARAYEVA, V.V. GRIGORJEVA

Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Our data on studies of mechanisms of sporoderm development (of spores and pollen envelopes) have been regarded in the light of colloidal interactions – on the base of our hypothesis, suggested the participation of self-assembly processes in sporoderm development and supplemented with experimental modeling of sporoderm-like structures in vitro, with the driving force as physico-chemical regularities of colloid systems. The correlation between the roles of genome and self-assembly in establishment of complex biological envelopes is the key point of the study. *Key words*: microarchitecture, self-assembly, formation of complex envelopes.

Сложная микроскопическая структура является общебиологической чертой: микроскопические раковинки одноклеточных водных растений и животных, таких как диатомовые, фораминиферы, кокколитофоры, радиолярии, органические оболочки спор и пыльцевых зерен, поверхности семян – все это хорошо знакомые примеры. Способ образования этих изысканных, сложных паттернов давно привлекает внимание ученых. Этот способ, действующий на микроскопическом уровне, в рамках «коллоидных размеров» (от 1 до 1000 нм), представляет собой гамму взаимодействий между различными компонентами, которые приводят к формированию сложных структур в результате энергетически-выгодного процесса – самоорганизации. Сложные трехмерные поверхности создают потенциальную матрицу для аккумуляции более жестких структурных образований, будь они органическими или неорганическими. В случае диатомовых фрустул пенообразные агрегаты, прилегающие к поверхностной мембране организма, являются местом аккумуляции минеральной фазы (Crawford, Schmid, 1986). Природе не нужно загромождать генетический код характеристиками, предопределяемыми самоорганизацией (Mandelbrot, 1982).

Общая идея о том, что физико-химические процессы вмешиваются в формирование паттернов живой природы, была выдвинута еще столетие назад (Thompson, 1917). Мицеллы – надмолекулярные агрегаты, образующиеся в растворе дифильных веществ (молекулы которых имеют двойную – гидрофильно-гидрофобную природу) при определенных концентрациях путем самоорганизации – энергетически выгодного процесса. При постепенном повышении концентрации этих веществ в системе образуются коллоидные растворы, проходящие через несколько основных псевдофаз (мезофаз), имеющих определенную структуру (рис. 1). Мезофазы, образующиеся в достаточно концентрированных коллоидных растворах, называются коллоидными кристаллами.

Особенно важно, что с точки зрения термодинамики, энергия, необходимая для агрегации коллоидных частиц, меньше энергии, необходимой для их диссоциации. Это означает, что образование агрегатов энергетически более выгодно, и система будет стремиться к агрегации коллоидных частиц. Именно эту потенциальную способность – образовывать преимущественно агрегаты, а не дисперсии – организмы использовали с большим успехом.

Органические (спорополлениновые) оболочки спор и пыльцы имеют видоспецифичные паттерны. Спорополленин-содержащая оболочка спор и пыльцевых зерен – спородерма – представляет собой пример удивительного биологического многообразия и сложности структуры. Исследование развития этой структуры представляет общий интерес, т.к. здесь мы имеем дело с "морфогенезом в миниатюре" (Heslop-Harrison, 1972). Мы детально исследовали развитие спородермы у более чем 30 видов спор и пыльцы ныне живущих видов из отдаленных таксонов, а также проанализировали структуру зрелых оболочек ископаемых видов. В развитии даже далеких в систематическом отношении видов наблюдалась сходная

последовательность возникающих структур. Нами показано, что последовательность структур, наблюдаемая в трансмиссионном электронном микроскопе (ТЭМ) в ходе формирования оболочки пыльцевых зерен/спор, соответствует последовательности мицеллярных мезофаз в коллоидном растворе поверхносто-активных веществ при увеличении их концентрации в периплазматическом пространстве спор/микроспор. Наша гипотеза о значительном участии процессов самоорганизации в формировании сложного паттерна спородермы интерпретирует происходящие в ходе развития спородермы процессы в понятиях коллоидной химии (Gabarayeva, Hemsley, 2006; Hemsley, Gabarayeva, 2007). Спородерма развивается в периплазматическом пространстве микроспоры, между каллозной оболочкой (в тетрадный период) и плазматической мембраной, куда и поступают все необходимые вещества для ее развития – гликопротеины, липополисахариды, а также мономеры СП – жирные кислоты и фенил-пропаноиды. Большинство этих веществ является поверхносто-активными (ПАВ). Химический состав и концентрации этих веществ задаются геномом, а затем процессы самоорганизации подхватывают инициативу. Такая интерпретация предполагает, что все микроструктуры, наблюдаемые в зрелой оболочке (гранулы; палочковидные элементы - колумеллы; гексагонально упакованные элементы; бислои, разделенные промежутком -«белыми линиями») представляют собой «застывшую историю» их образования как мицеллярной последовательности, увековеченную химически инертным спорополленином (рис. 2 – на примере развития экзины Ambrosia trifida).

Для подтверждения нашей гипотезы нужно было получить данные по экспериментальному моделированию спородермо-подобных паттернов in vitro. Суть такого моделирования заключается в том, чтобы, сняв влияние генома и задав вместо него состав и концентрации ингредиентов, близких к природным, получить в ходе простого физико-химического процесса самоорганизации структуры, похожие на биологические. Наши эксперименты показали, что в мицеллярных системах возникают те же самые структуры, что и в развитии спородермы: сначала сферические мицеллы (первая мезофаза), которые реорганизуются в цилиндрические (вторая мезофаза); затем появляются либо слои параллельных прямых/ изогнутых цилиндров-столбиков (гексагональная мезофаза), либо длинные извитые шнуры (стринги); затем ламинатные мицеллы (пластинчатая мезофаза) – бислои, разделенные промежутком с поддерживающей жидкостью (Gabarayeva, Grigorjeva, 2013, 2016, 2017).



Рис. 1. Схема последовательных мицеллярных мезофаз при возрастании концентрации ПАВ: **А** – отдельные молекулы ПАВ с гидрофильной головкой и гидрофобным хвостом; **Б** – сферические мицеллы **B** – цилиндрические мицеллы, **Г** – слой плотно (гексагонально) упакованных цилиндрических мицелл – средняя мезофаза, Д – слои пластинчатых (ламинатных) мицелл, бислои отделенны друг от друга прослойками воды шириной 5–10 нм. Если дисперсионная среда – водная, образуются прямые (нормальные) мицеллы (**A**, **B**, **B**, **Г**, Д). Мезофазы **Г**–Д и **3**–Д называются жидкокристаллическими
ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 2. Полу-схема основных стадий развития экзины Ambrosia trifida (слева) и соответствующих мицеллярных мезофаз (справа), на которых основываются развивающиеся структуры



Рис. 3. Спектр моделей (симулятов: а-е), имитирующих экзину пыльцевых зерен и спор (а'-е')

Мы получили целый спектр моделей (симулятов: рис. 3, а–е), которые имитируют слои развивающейся экзины и зрелые оболочки спор и пыльцевых зерен (рис. 3, а'–е').

Очевидно, точный химический состав и концентрации всех ингредиентов в периплазматическом пространстве при развитии спородермы находятся под контролем генома, т.е. часть механизмов детерминации структуры составляет прямой геномный контроль, а часть опосредована через самоорганизацию, на волю которой отпущена значительная доля процессов. Кроме того, наличие спорополленин-акцепторных частиц (центров полимеризации спорополленина), выявленных у ряда видов, свидетельствует о дополнительном вкладе генома в детерминацию структуры экзины.

Экспериментальное моделирование экзино-подобных структур in vitro, в котором движущей силой самоорганизации (в нашем случае – конденсации) были относительно простые физико-химические закономерности коллоидных систем, свидетельствует о правомерности мицеллярной гипотезы и показывает перспективность дальнейшего развития этого направления.

Работа выполнена в рамках институтского исследовательского проекта Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской Академии наук «Морфология, ультраструктура и развитие спородермы высших растений» (№ АААА-А18-118032190134-3) на оборудовании Центра коллективного пользования «Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов» Ботанического института им. Комарова (Санкт-Петербург).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Gabarayeva N.I., Grigorjeva V.V. Experimental modelling of exine-like structures // Grana. 2013. V. 52. P. 241–257.

Gabarayeva N.I, Grigorjeva V.V. Simulation of exine patterns by self-assembly // Pl. Syst. Evol. 2016. V. 302. № 8. P. 1135–1156.

Gabarayeva N.I., Grigorjeva V.V. Self-assembly as the underlying mechanism for exine development in Larix decidua D.C. // Planta. 2017. V. 246. P. 471–493.

Gabarayeva N.I., Hemsley A.R. Merging concepts: The role of self-assembly in the development of pollen wall structure // Rev. Palaeobot. Palynol. 2006. V. 138. P. 121–139.

Crawford R.M., Schmid A.M. Ultrasttructure of silica deposition in diatoms // Biomineralization in lower plants and animals. Oxford, Clarendon Press, Systematics Association. Spec. Vol. 1986. N 30. P. 291–314.

Hemsley A.R., Gabarayeva N.I. Exine development: the importance of looking through a colloid chemistry "window" // Plant Syst. Evol. 2007. V. 263. P. 25–49.

Heslop-Harrison J. Pattern in plant cell walls: morphogenesis in miniature // Proc. Roy. Inst. Great Brit. 1972. V. 45. P. 335–351.

Mandelbrot B.B. The fractal geometry of nature. San Francisco, W.H. Freeman and Co, 1982.

Thompson D.A. On growth and form. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1917. 1116 p.

БИОСТРАТИГРАФИЯ НИЖНЕ-СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ (СПОРЫ, ПЫЛЬЦА, ДИНОЦИСТЫ)

А.А. Горячева^{1, 2}

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск, GoryachevaAA@ipgg.sbras.ru ²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, a.goriacheva@g.nsu.ru

BIOSTRATIGRAPHY OF LOWER AND MIDDLE JURASSIC DEPOSITS OF THE EASTERN SIBERIA (SPORES, POLLEN, DINOFLAGELLATE CYSTS)

A.A. GORYACHEVA

¹Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk ²Novosibirsk State University, Novosibirsk

This paper presents the results of a palynological study of the borehole, Tulai-Kiryaka 1, in Eastern Siberia. The Zimnyay, Airkat, Kiterbyut, Korotkiy, Aprelevskiy and Arangastakh formations were studied. Five biostrata with spores/ pollen and three biostrata with dinocysts were established for the Pliensbachian - Aalenian.

Key words: biostratigraphy, dinoflagellate cysts, spores, pollen, Lower and Middle Jurassic, Eastern Siberia.

Палинологический метод широко используется для стратиграфических построений, корреляции разнофациальных отложений и палеогеографических реконструкций. В результате проведенных исследований было изучено 77 образцов из нижне–среднеюрских отложений, вскрытых скважиной Тулай-Киряка 1 и представленных зимней, аиркатской, китербютской, короткинской, апрелевской и арангастахской свитами. Изученная скважина располагается на полуострове Таймыр и по схеме фациального районирования относится к Восточно-Таймырскому району, Яно-Анабарской фациальной области морского седиментогенеза (Шурыгин и др., 2000; Никитенко, 2009).

В результате комплексного палинологического анализа выделено пять биостратонов со спорами и пыльцой и три биостратона с диноцистами. Обоснование геологического возраста проведено путем сравнительного анализа и сопоставления комплексов со спорами и пыльцой, выделенных в изученном разрезе, с зональными комплексами палиностратиграфической шкалы нижней и средней юры Сибири, в которой подразделения по спорам и пыльце увязаны с зональными шкалами по аммонитам, двустворкам, белемнитам, фораминиферам и которая используется в качестве биостратиграфического стандарта, а также сопоставления с характерными комплексами, выделенными на смежных территориях (Ильина и др., 2003; Решение..., 2004; Горячева, 2017). По диноцистам для верхнего синемюра-тоара Восточной Сибири автором ранее было установлено шесть биостратонов в ранге слоев с диноцистами и предложен вариант расчленения нижнеюрских отложений по этой группе водорослей (Горячева, 2017), эти же подразделения были прослежены и выделены на территории п-ова Таймыр в изученной скважине. Выделенные биостратоны были сопоставлены с микрофаунистическими данными, полученными ранее (Никитенко, 2009). Фотоизображения палиноморф с разных стратиграфических уровней скв. Тулай-Киряка 1 приведены на рис. 1.

Споры и пыльца

Палинокомплекс 1 (зимняя свита, гл. 340,8–270,5 м, обр. 1–28). Выявленный комплекс характерен для палинозоны 4: *Stereisporites* spp., *Uvaesporites argenteaeformis* (Bolchovitina) Schulz, *Cycadopites* spp. Стратиграфический интервал: верхний плинсбах.

<u>Палинокомплекс 2</u> (аиркатская свита, гл. 260–246,4 м, обр. 30–35) палинозона 5. По общему составу ПК сходен с комплексом палинозоны 5: *Tripartina variabilis* Maljavkina. Стратиграфический интервал: верхи верхнего плинсбаха – самые низы нижнего тоара.

<u>Палинокомплекс 3</u> (китербютская свита, гл. 242–228,1 м, обр. 36–41). Палинокомплекс хорошо сопоставляется по общему составу и характерным таксонам с зональным комплексом палинозоны 6: *Cyathidites* spp., Dipteridaceae, *Marattisporites scabratus* Couper, *Klukisporites variegatus* Couper, *Classopollis*. Стратиграфический интервал: нижний тоар.

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Палиноморфы из скв. Тулай-Киряка 1. Нижняя юра: верхний плинсбах, зимняя свита (1, 5, 6, 12, 14, 16–18), верхи верхнего плинсбаха – самые низы нижнего тоара, аиркатская свита (2–4, 7, 10), нижний тоар, китербютская свита (9, 11, 13, 19), верхи нижнего тоара – верхний тоар, короткинская свита (8, 20). Средняя юра, аален, арангастахская свита (15, 21). Фиг. 1. *Osmundacidites* sp., обр. 6, гл. 330 м. Фиг. 2. *Cyathidites* sp., обр. 32, гл. 252 м. Фиг. 3. *Tripartina variabilis* Maljavkina, обр. 33, гл. 250 м. Фиг. 4. *Lycopodiumsporites* sp., обр. 34, гл. 248,4 м. Фиг. 5. *Stereisporites bujargiensis* (Bolchovitina) Schulz, обр. 1, гл. 340,8 м. Фиг. 6. *Stereisporites seebergensis* Schulz, 1966, обр. 6, гл. 330 м. Фиг. 7. *Stereisporites congregatus* (Bolchovitina) Schulz, обр. 31, гл. 258 м. Фиг. 8. *Uvaesporites argenteaeformis* (Bolchovitina) Schulz, 1967, обр. 46, гл. 210 м. Фиг. 9. *Pilasporites marcidus* Balme, обр. 38, гл. 236 м. Фиг. 10. *Piceapollenites* sp., обр. 31, гл. 258 м. Фиг. 11. *Podocarpidites* sp., обр. 38, гл. 236 м. Фиг. 12. *Pinus divulgata* Bolchovitina, обр. 11, гл. 318,4 м. Фиг. 13. *Osmundacidites* sp., обр. 41, гл. 228,1 м. Фиг. 16. *Leiofusa spicata* Wall, обр. 22, гл. 286,3 м. Фиг. 17. *Micrhystridium* sp., обр. 22, гл. 286,3 м. Фиг. 18. *Cymatiosphaera* sp., обр. 27, гл. 271 м. Фиг. 19. *Nannoceratopsis senex* Van Helden, обр. 38, гл. 236 м. Фиг. 20. *Phallocysta eumekes* Drhfer et Davies, обр. 44, гл. 214 м. Фиг. 21. *Mendicodinium* sp., обр. 59, гл. 162 м.

Палинокомплекс 4 (короткинская свита, гл. 226,1–210 м, обр. 42–46). Палинокомплекс сходен с комплексом палинозоны 7: *Piceapollenites variabiliformis* (Maljavkina) Bolchovitina, *Cyathidites minor* Couper, *Osmundacidites* spp., Dipteridaceae, *Marattisporites scabratus*. Стратиграфический интервал: верхи нижнего тоара – верхний тоар.

<u>Палинокомплекс 5</u> (апрелевская–арангастахская свиты, гл. 208–110,1 м., обр. 47–69). Палинокомплекс сходен с комплексом палинозоны 8: *Cyathidites minor, Osmundacidites jurassicus* Pocock, *Piceapollenites variabiliformis, Stereisporites* spp., *Ginkgocycadophytus* spp. Стратиграфический интервал: аален.

Цисты динофлагеллат

<u>Слои с Mendicodinium sp.</u> (гл. 340,8 м). Нижняя граница биостратона проводится по появлению вида-индекса, а верхняя – по исчезновению микрофитопланктона. Стратиграфический интервал: верхний синемюр–нижняя часть верхнего плинсбаха.

<u>Слои с Nannoceratopsis deflandrei</u> (инт. 254–232,1 м). Биостратон ограничен в основании первым появлением диноцист рода *Nannoceratopsis*, а сверху резким увеличением количества и максимальным развитием *N. senex* Van Helden. Стратиграфический интервал: верхи плинсбаха – нижний тоар.

<u>Слои с Nannoceratopsis senex</u> (гл. 228,1 м). Биостратон выделен по акме вида-индекса. Стратиграфическое положение: нижний тоар.

<u>Слои с Phallocysta eumekes</u> (гл. 214 м). Биостратон выделен по акме вида-индекса. Стратиграфический интервал: верхи нижнего – низы верхнего тоара.

Поскольку палинологических данных по изученной территории (п-ов Таймыр) крайне мало, то проведенное исследование, является важным и актуальным, что определяется необходимостью совершенствования и детализации биостратиграфических схем нижней и средней юры севера Восточной Сибири по палиноморфам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горячева А.А. Биостратиграфия нижнеюрских отложений Восточной Сибири по данным палинологии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017. Т. 25, № 3. С. 29–60.

Ильина В.И., Кабанова В.М., Костеша О.Н. и др. К палинологическому обоснованию региональной стратиграфической схемы нижней и средней юры (без келловея) Западной Сибири // Проблемы стратиграфии мезозоя Западно–Сибирской плиты (материалы к Межведомственному стратиграфическому совещанию по мезозою Западно–Сибирской плиты). Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. С. 49–67.

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

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. 114 с.

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. 480 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ В ГОЛОЦЕНЕ НА ОСНОВЕ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Т.А. Евстигнеева, М.В. Черепанова

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, evstigneeva@biosoil.ru; cherepanova@ibss.dvo.ru

ENVIRONMENTAL CHANGE OF THE WESTERN PART OF OKHOTSK SEA IN THE HOLOCENE BASED ON MICROPALEONTOLOGICAL DATA

T.A. EVSTIGNEEVA, M.V. CHEREPANOVA

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodeversity, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Spores, pollen and diatoms were studied from a core elevated in the western part of the Okhotsk Sea. Changes in the concentration of diatom valves, dominant taxa and representatives of ecological groups made it possible to identify and describe three biostratigraphic assemblages corresponding to the early, middle, late Holocene. Fluctuations in the taphocenos features within the intervals characterized by the complexes reflect changes of the paleoenvironment in the Holocene.

Key words: spores, pollen, diatoms, Holocene, Okhotsk Sea.

Охотское море хорошо изучено с позиций верхнечетвертичной стратиграфии и палеогеографии (Бараш и др., 2001; Горбаренко и др., 1998; Плетнев и др., 2010; Gorbarenko et al., 2004; Shiga, Koizumi, 2000). Однако многие вопросы еще остаются недостаточно изученными. В частности, мало работ, касающихся корреляции палеогеографических событий Охотского моря и окружающей его суши. Расположенное на границе Азиатского материка и Тихого океана Охотское море отличается спецификой ветрового режима и генеральной циркуляции вод. Оно является самым холодным, но, вместе с тем, и одним из наиболее богатых биоресурсами окраинных морей северо-западной части Тихого океана.

Материалом для исследования послужила колонка LV32-01 длиной 6,5 м (54°29',692 с. ш.; 144°16',523 в. д., глубина – 958 м), поднятая в 32 рейсе на НИС «Академик Лаврентьев» в западной части Охотского моря (рис. 1). Из осадков колонки с использованием стандартных методик были изучены пыльца, споры и диатомовые водоросли. В проведенном комплексном палеогеографическом анализе споры и пыльца информировали о составе былых растительных сообществ на суше и об интенсивности процессов муссонного климата; диатомеи отражали биопродуктивность поверхностных вод, колебания уровня моря и связанные с ними изменения векторов морских течений.

Полученные данные послужили информационной базой для реконструкции палеосреды западной части Охотского моря в голоцене. В основу биостратиграфической интерпретации были положены результаты палинологического анализа, позволившего коррелировать их с уже имеющимися спрово-пыльцевыми данными не только по морским, но и континентальным осадкам, и уже на основе этого провести их сопоставление со схемой голоцена (Хотинский, 1987).

В изученных палиноспектрах доминирует пыльца деревьев и кустарников (до 93,0%), среди которых высока доля хвойных: Pinus (до 85%), Picea (до 20,7%), Abies (до 14%). Содержание пыльцы мелколиственных деревьев не превышает 16%, в основном за счет Betula (11%). В небольших количествах встречена пыльца широколиственных деревьев: Corylus (7%), Juglans (до 2,9%), Quercus (до 2,2%), Ulmus, Tilia (единичные зерна). Участие спор в палиноспектрах не превышает 24%, среди них преобладают Polypodiaceae, Sphagnum и Lycopodium. Пыльца трав и кустарничков едва достигает 5% и представлена в основном пыльцой Artemisia и Ericaceae. В целом, палиноспектры изученных отложений близки по составу к субфоссильным спорово-пыльцевым спектрам Нижнего Приамурья (Базарова, Мохова, 2007) и о. Сахалин (Микишин, Гвоздева, 2009).

Всего обнаружено 75 видов и внутривидовых разновидностей диатомей, среди которых встречены представители разных экологических групп: океанические – 22; неритические – 29; сублиторальные – 15; пресноводные – 9 таксонов.

Согласно районированию по ассоциациям диатомей из поверхностного слоя осадков (Sancetta, 1981), район исследования относится к распространению западной охотоморской ассоциации (Western Okhotsk Assemblage), особенностью которой является доминирование Thalassiosira trifulta Fryxell (в данной публикации Thalassiosira latimarginata Makarova), Actinocyclus curvatulus Jan. и Neodenticula seminae (Sim. et Kanaya) Akiba et Yanagisawa. Район распространения этой ассоциации граничит с районом, охарактеризованным склоновой охотоморской ассоциацией (Okhotsk Slope Assemblage), в танатоценозах которой доминируют споры рода Chaetoceros и Bacterosira bathyomphala (Cl.) Syvertsen et Hasle. Эти таксоны являются индикаторами высокой продуктивности диатомей для Охотского моря (Sancetta, 1981). Полученные данные действительно показали сходство с западной охотоморской ассоциацией группы, а также появление или исчезновение и изменение численности видов из других ассоциаций могут свидетельствовать о смене экологических условий и смещении границ распространения диатомовых ассоциаций, выделенных К. Санцеттой (Sancetta, 1981).

Несмотря на отсутствие проявлений резкой реакции экосистем на изменения палеосреды, в отложениях колонки установлены: колебания численности створок диатомей в 1 г сухого осадка; смена доминирующих таксонов; изменения участия в тафоценозах представителей климатических и других экологических групп. В результате анализа этих показателей было выделено три горизонта, охарактеризованных тремя биостратиграфическими комплексами, соответствующими раннему, среднему и позднему голоцену, согласно его трехфазному расчленению (Nesje, Dahl, 1993). Они отражают тенденцию потепления к среднему голоцену с последующим после его оптимальной фазы похолоданием. Вместе с тем, некоторые из установленных флуктуаций перечисленных характеристик, пусть и не столь ярко выраженных, можно связать с изменчивостью климата голоцена, в котором выделяется до шести периодов (<u>Мауеwski</u> et al., 2004; Wanner, 2011), отличающихся температурами, влажностью и по-разному проявившихся в отдельных регионах нашей планеты.

Ранний голоцен. Для палиноспекторов раннего голоцена, соответствующих комплексу I (рис. 2), характерны близкие значения содержания пыльцы ели (до 23%) и мелколиственных таксонов (до 15%). Участие пыльцы широколиственных деревьев не превышает 4%. В палеосообществах диатомей доминируют (рис. 3) Thalassiosira latimarginata (до 30,1%), T. eccentrica (Ehr.) Cl. (до 23,0%), A. curvatulus (до 16,9%), субдоминантом является Thalassiosira angulata (Greg.) Hasle (до 12,2%). Их особенностью является практически постоянное участие сублиторальной Odontella aurita (Lyngb.) Ад. (до 4,9%). Исходя из этого, можно предположить, что комплекс формировался во время пребореальной и бореальной фаз голоцена. Причем, океанографические условия уже в это время были близки современным, хотя влияние Восточно-Сахалинского течения на район исследования было более значительным. Незначительные колебания концентрации створок диатомей в осадках и изменения в доминирующей группе диатомей (субдоминантом становится приледная Thalassiosira antarctica Comber, увеличивается содержание аркто-бореальной морской Rhizosolenia hebetata f. hiemalis Gran) в центральной части интервала, охарактеризованного комплексом, отражают тенденцию повышения уровня моря и некоторого увеличения солености, по крайней мере, в центральной части моря, из которой в точку отбора колонки течениями могли поставляться данные таксоны.

Средний голоцен. Особенностью палиноспектров среднего голоцена (комплекс II) является увеличение содержания пыльцы широколиственных таксонов до 12%. Содержание пыльцы ели изменяется от 5 до 18%, а мелколиственных – от 3 до 14%. В осадках отмечается увеличение содержания створок диатомей, хотя амплитуда изменений этого показателя в пределах данного интервала значительная. Высокая концентрация створок в осадках, а также увеличение содержания пыльцы теплолюбивых и тепловодных таксонов (Coscinodiscus radiatus Ehr.), а также океанических видов, таких как Neodenticula seminae, указывает на то, что накопление данного горизонта происходило в условиях климатического оптимума и по времени может соответствовать атлантической фазе голоцена (8,0–4,9 тыс. лет назад), хотя некоторые изменения анализируемых характеристик палиноспекторов и палеосообществ позволяют говорить о нестабильности условий во время формирования этого комплекса при общей тенденции потепления.



Рис. 1. Местонахождение изученной колонки



Рис. 2. Распределение доминирующих таксонов пыльцы и спор по разрезу

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24–29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 3. Распределение доминирующих таксонов диатомей по разрезу

Поздний голоцен. В спорово-пыльцевых спектрах позднего голоцена (комплекс III) сокращается участие пыльцы широколиственных деревьев (1–6%), а содержание пыльцы ольховника и березы возрастает до 14%. Концентрация створок диатомей сокращается до 3 млн. ств./1 г осадка. В верхней части колонки увеличивается частота встречаемости представителей рода Chaetoceros (до 9,6%), участие спор которого в палеосообществах считается показателем высокой продуктивности морских экосистем, а также относительно тепловодного С. radiatus (до 4,2%). Комплекс формировался в суббореальную и субатлантическую фазы голоцена.

Анализ изменения палиноспектров и экоструктур ископаемых диатомовых сообществ показал, что палеогеографическая обстановка в голоцене в районе исследования была сложной. Это определило значительную частоту флуктуаций использованных характеристик тафоценозов, которые не всегда являлись реакцией наземных и морских экосистем на воздействие глобальных факторов. Природа этих изменений в первую очередь определялась событиями локально-регионального ранга, которые зачастую нивелировали проявление этой реакции. Исключением явился климатический оптимум атлантического времени, когда все трассеры наземной растительности и морской биоты отразили устойчивый тренд в сторону термального пика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Базарова В.Б., Мохова Л.М. Субфоссильные спорово-пыльцевые спектры Нижнего Приамурья // Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 12–19.

Бараш М.С., Бубенщикова Н.В., Казарина Г.Х. и др. О палеоокеанологии центральной части Охотского моря в течении последних 200 тыс. лет (по микропалеонтологическим данным) // Океанология. 2001. Т. 41, № 5. С. 755–767.

Горбаренко С.А., Чеховская М.П., Соутон Дж.Р. О палеосреде центральной части Охотского моря во время последнего оледенения-голоцена // Океанология. 1998. Т. 38, № 2. С. 305–308.

Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г. Субфоссильные спорово-пыльцевые комплексы Сахалина и прилегающих территорий. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 162 с.

Плетнев С.П., Черепанова М.В., Иванова Е.Д. и др. Биостратиграфическое расчленение верхнечетвертичных отложений Охотского моря на юге возвышенности Института Океанологии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18, №. 4. С. 106–120.

Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987. С. 39–45.

Gorbarenko S.A., Southon J.R., Keigwin L.D. et al. Late Pleistocene-Holocene oceanographic variability in the Okhotsk Sea: geochemical, lithological and paleontological evidences // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2004. V. 209. P. 281–301.

Mayewski P.A., Rohlingb E.E., Stagerc J.C. et al. Holocene climate variability // Quaternary Res. 2004. V. 62. P. 243–255.

Nesje A., Dahl S.O. Lateglacial and Holocene glacier fluctuations and climate variations in western Norway: a review // Quaternary Sci. Rev. 1993. V. 12. P. 255–261.

Sancetta C. Oceanographic and ecologic significance of diatoms in surface sediments of the Bering and Okhotsk seas // Deep-Sea Res. 1981. V. 28. P. 789–817.

Shiga K., Koizumi I. Latest Quaternary oceanographic changes in the Okhotsk Sea based on diatom records // Mar. Micropaleontol. 2000. V. 38. P. 91–117.

Wanner H., Solomina O., Grosjean M. et al. Structure and origin of Holocene cold events // Quaternary Sci. Rev. 2011. V. 30. P. 3109–3123.

ПАЛИНОМОРФЫ И ФИТОЛИТЫ ИЗ КРИОПЕДОЛИТОВ МИС 3 И МИС 2 КОЛЫМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

О.Г. Занина¹, Д.А. Лопатина²

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Московская обл., oksanochka_zet@mail.ru ²Геологический институт РАН, Москва, dalopat@mail.ru

PALYNOMORPHS AND PHYTOLITS FROM THE MIS 3 AND MIS 2 CRYOPEDOLITHS IN THE KOLYMA LOWLAND

O.G. ZANINA¹, D.A. LOPATINA²

¹Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region ²Geological Institute, Russian Academy Sciences, Moscow

Cryopedoliths from MIS 3 and MIS 2 of the Kolyma lowland are similar in morphological structure, chemical composition and grain size. MIS3 cryopedolith layers contain more diverse microfossil plant remains such as sedges, grasses, different herbs and mosses. These data suggest that conditions may generally have been warmer and moister in MIS 3 compared with MIS 2.

Key words: palynomorphs, phytolits, cryopedoliths, Kolyma Lowland.

Отложения верхнего плейстоцена на территории Колымской низменности представлены криопедолитами, толщами алевритов или опесчаненных алевритов, проработанных в ходе своего накопления синлитогенным почвообразованием, синхронными морским изотопным стадиям 3 и 2 (МИС 3 и МИС 2). Рассматриваемые отложения близки по морфологическому строению (наличию слоистости, присутствию высокодисперсного растительного детрита и тонких корней трав, микрошлировой и микрочешуйчатой криотекстуре, наличию единичных мелких темных пятен сульфитов), гранулометрическому составу (абсолютное преобладание пыли и доминирование фракции 0,05–0,01 мм), химическим характеристикам (Соор. рН_{волн}, доминирование поглощенных оснований Са, узкий диапазон и невысокие показатели содержания СО наряду с уникально высокими показателями содержания подвижных форм фосфора), что показывает близость обстановок их формирования. Существуют различия в организации этих отложений на микроуровне, которые выражены в лучшей микроагрегации материала отдельных слоев криопедолитов МИС 3, их более высокой степени гумусированности, что может свидетельствовать о лучшей теплообеспеченности летнего периода и более гумидными условиями их формирования (Губин, 2002). В толщах криопедолитов, относимых к МИС 3 установлены четыре профиля разновозрастных погребенных почв и ископаемые норы грызунов, отсутствующие в толщах МИС 2 (Zanina et al., 2011; Губин, Занина, 2013).

Отсутствие в криопедолитах Колымской низменности профильной и горизонтной дифференциации материала, органогенного горизонта, носителя значительной палеоэкологической информации, однородность морфологического строения слоев сужает набор и понижает результативность применимых для дифференциации этих отложений методов. В этой связи особое значение приобретает комплексное исследование рассматриваемых толщ при помощи спорово-пыльцевого и фитолитного анализов.

В настоящей работе использовался материал, отобранный из разрезов Дуванный Яр и Станчковский Яр Колымской низменности. Разрез Дуванный Яр расположен в нижнем течении р. Колымы, на правом берегу, приблизительно в 40 км вниз по течению от устья р. Омолон (Каплина и др., 1978; Zanina et al., 2011; Murton et al., 2015). Разрез Станчиковский Яр, представляющий собой срезанный рекой останец едомы, расположен по правому берегу р. М. Анюй, в двух киломтрах ниже пос. Анюйск (Каплина и др., 1980).

Основная трудность сравнительного анализа толщ МИС 3 и МИС2 Колымской низменности по данным палинологического анализа заключается в том, что таксономический состав пыльцы и спор из этих отложений практически одинаков и для их сопоставления используются количественные характеристики. Это не совсем корректно, поскольку содержание пыльцы растений с высокой пыльцевой продуктивностью и дальностью переноса может затушевывать содержание пыльцы других таксонов. Пыльца некоторых родов трав и кустарничков, присутствие которых подтверждается находками крупномерных остатков растений, в спектрах единична или вообще не фиксируется. Это может быть обусловлено как плохой сохранностью пыльцы, так и низкой пыльцевой продуктивностью и переходом растений на вегетативное размножение в суровых климатических условиях (Лопатина, Занина, 2016). Тем не менее, анализ экологических требований второстепенных таксонов, представленных в спектрах в незначительном количестве, играет важную роль при локальных реконструкциях растительного покрова позднего плейстоцена.

В результате проведенного палинологического анализа криопедолитов МИС 3 и МИС 2 Колымской низменности установлено, что в них преобладает пыльца трав и кустарничков с доминированием Роасеае, пыльца деревьев и кустарников и споры занимают подчиненное положение. Отличия между спектрами из этих отложений сводятся к следующему. В спектрах из криопедолитов, относимых к МИСЗ, содоминантами в группе трав и кустарничков являются представители семейства Сурегасеае, содержание пыльцы которых зачастую приблизительно одинаковое со злаковыми, а в некоторых пробах и выше. Для большинства спектров их отложений МИС 3 характерно качественное разнообразие пыльцы разнотравья. В пробах из МИС 2 монодоминантом является семейство Роасеае, составляя более половины от всей суммы палиноморф, содержание Сурегасеае обычно менее 10%. Качественный и количественный состав разнотравья снижается по сравнению с таковым из отложений МИС 3. Систематический состав спор в рассматриваемых отложениях одинаков. Однако, количество спор в пробах из МИС 2 выше по сравнению с МИС 3 преимущественно за счет вида Selaginella rupestris (L.) Spring, содержание которого достигает 20% от общего числа палиноморф. При сходстве качественного состава количество пыльцы деревьев и кустарников несколько выше в криопедолитах МИС 3. В спектрах из отложений МИС 2 не зафиксирована пыльца лиственницы, единичные зерна которой обычны в спектрах МИС 3 (рис. 1).

Для получения дополнительной характеристики растительности рассматриваемых временных интервалов впервые применен фитолитный анализ. Фитолиты, кремневые тела, сформировавшиеся в клетках растительных тканей, характеризуются большим разнообразием размеров и форм. Они встречаются массово в рассматриваемых толщах криопедолитов, их устойчивость к разрушению значительно выше по сравнению с палиноморфами, кроме того, для них не характерен перенос на значительные расстояния.



Рис. 1. Процентное соотношение спор и пыльцы в отложениях МИС 2 и МИС 3

Таким образом, фитолиты могут использоваться для характеристики локальной растительности и подтверждения участия тех или иных таксонов в ее составе, зафиксированных палинологическим методом. Оба метода дополняют друг друга и их рационально применять одновременно.

Для отложений МИС 3 и МИС 2 данного региона установлено малое разнообразие морфотипов фитолитов на фоне значительного содержания детрита и остатков эпидермиса растений. Фитолиты обычно мелкие, сильно корродированные или недоформированные настолько, что невозможно диагностировать их форму. Это свидетельствует о слабом накоплении аморфных форм кремнезема в органах растений, слабой гумификации растительного опада и доминировании процесса детритообразования. Вероятно, растительный покров в период формирования рассматриваемых отложений был достаточно изреженным и угнетенным. В слоях из криопедолитов МИС 3 установлено присутствие фитолитов злаков, осок, полыней, хвойных и мхов. По результатам палинологического анализа злаки и осоки встречаются массово в этих отложениях и фитолитный анализ, таким образом, подтверждает участие этих семейств в составе растительности. Сравнительно низкое содержание пыльцы сосны в спектрах предполагает ее ветровой занос, но находки фитолитов свидетельствуют об ее участии в составе растительности, возможно в качестве подлеска в лиственничниках или небольших зарослей в долинах. Фитолитный анализ подтверждает развитие мохового покрова на исследуемой территории, тогда как находки мхов в спорово-пыльцевых спектрах единичны, возможно, из-за перехода этих растений на вегетативное размножение в суровых климатических условиях. Полынь в спектрах представлена единичными зернами, но принимая во внимание находки фитолитов, можно сделать вывод об ее более значительном участии в растительных группировках и вероятном произрастании на сухих склонах южной экспозиции. Слои криопедолитов МИС 2 характеризуются меньшим разнообразием морфотипов фитолитов (определены злаки и мхи) и, таким образом, по данным фитолитного анализа реконструируется более обеденный состав растительности по сравнению с таковым МИС 3.

Комплексный анализ микрофитофоссилий, выделенных из криопедолитов стадии МИС 3, позволяет сделать вывод о разнообразии условий, существовавших в период их формирования и реконструировать тундровые ландшафты с преобладанием травянистых группировок (злаковых, злаково-осоковых, злаково-разнотравных) и незначительным участием микротермных кустарников. Принимая во внимание плохую сохранность пыльцы лиственницы, можно предположить участие в составе реконструируемой растительности небольших островков лиственничных лесов, имевших подлесок кустарниковый подлесок. Заросли кедрового стланика, были приурочены к понижениям рельефа и не имели широкого распространения, что, возможно, было обусловлено неглубоким снежным покровом. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о существовании в условиях развития фоновой тундровой растительности заболоченных или обводненных полигонов с доминированием в их растительном покрове осок и мхов. Их образование связано с краткими потеплениями, во время которых происходило увлажнение сезонно-талого слоя в результате протаивания верхних частей повторно-жильных льдов. Результатом протаивания повторно-жильных льдов на рассматриваемой территории является также активизация склоновых процессов, интенсивное образование осыпей. В реконструируемых ландшафтах данной территории имели место ксерофильные растительные ассоциации со сложноцветными, гвоздичными, капустными и плаунком наскальным.

Доминирование в спектрах из отложений МИС 2 пыльцы злаковых, снижение содержания осоковых и качественного разнообразия пыльцы разнотравья, сокращение пыльцы деревьев и кустарников, отсутствие лиственницы свидетельствуют о развитии на рассматриваемой территории тундровых растительных сообществ в условиях максимального похолодания климата. Увеличение по сравнению со спектрами из МИС 3 спор плаунка наскального, находки пыльцы трав, характерных для сообществ арктических тундр, свидетельствуют о широком распространении сухих каменистых осыпей на склонах и хорошо дренируемых участков, существовавших, возможно, над поверхностью голов ледяных жил.

Проведенные комплексные микрофитологические исследования позволяют сделать вывод о тундровом характере изучаемых ландшафтов. Рассматриваемые изменения в составе растительности МИС 3 и МИС 2 свидетельствуют о смене преобладающей в интервале МИС 3 травянисто-кустарничковой тундры с островками лиственничных лесов травянистой тундровой растительностью в условиях похолодания и аридизации климата. Это позволяет сделать вывод о том, что формирование криопедолитов стадии МИС 2 проходило в более однородных холодных и сухих условиях на протяжении всей стадии их накопления.

Работа выполнена по теме государственного задания № 0135-2015-0034 ГИН РАН, теме государственного задания АААА-А18-118013190181-6 ИФХиБПП РАН и программе Президиума РАН 55 "Арктика" АААА-А18-118013190182-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Губин С.В. Педогенез – составная часть механизма формирования отложений позднеплейстоценового ледового комплекса // Криосфера Земли. 2002. Т. 6, № 3. С. 82–91.

Губин С.В., Занина О.Г. Изменение почвенного покрова в ходе формирования отложений ледового комплекса на Колымской низменности (часть 1) // Криосфера Земли. 2013. Т. 17, № 4. С. 48–56.

Каплина Т.Н., Гитерман Р.Е., Лахтина О.В. и др. Дуванный Яр – опорный разрез позднеплейстоценовых отложений Колымской низменности // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. № 48. М.: Наука, 1978. С. 49–65.

Каплина Т.Н., Лахтина О.В., Рыбакова Н.О. История развития ландшафтов и мерзлых толщ Колымской низменности по радиоуглеродным, криолитологическим и палинологическим данным (на примере разреза Станчиковский Яр на р. Мал. Анюй) // Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1980. С. 243–258.

Лопатина Д.А., Занина О.Г. Палеоботанический анализ материала ископаемых нор сусликов и вмещающих их верхнеплейстоценовых отложений низовий р. Колымы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 14, №5. С. 94–107.

Murton J., Goslar T., Edwards M. et al. Palaeoenvirontmental interpretation of edoma silt (ice complex) deposition as cold-climate loess, Duvanny Yar (Northeast Siberia) // Permaphrost and Periglac. Proces. 2015. V. 26. P. 208–288.

Zanina O.G., Gubin S.V., Kuzmina S.A. et al. Late-Pleistocene (MIS 3–2) palaeoenvironments as recorded by sediments, palaeosols, and ground-squirrel nests at Duvanny Yar, Kolyma lowland, northeast Siberia // Quaternary Sci. Rev. 2011. V. 30. P. 2107–2123.

ВОДНЫЕ ПАЛИНОМОРФЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ МОРЕЙ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЙ

Т.С. Клювиткина

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

AQUATIC PALYNOMORHS IN THE EAST ARCTIC SEAS SURFACE SEDIMENTS AND THEIR SIGNIFICANCE FOR PALEORECONSTRUCTIONS

T.S. KLYUVITKINA

Lomonosov Moscow State University, Moscow

Aquatic palynomorph assemblages were studied in the surface sediments of the Laptev, East-Siberian and Chukchi Seas. They are composed of dinoflagellate cysts, chlorococcalean algae, acritarchs and several groups of zoomorphs. Their distribution pattern and species composition are strongly related to the salinity gradient and influx of relatively warm Pacific and Atlantic waters.

Key words: aquatic palynomorphs, Arctic, surface sediments.

Водные палиноморфы – группа широко распространенных в арктических морях микроводорослей, включающая в себя, в первую очередь, цисты морских видов динофлагеллат и пресноводные зеленые водоросли, а также другие органические остатки водных микроорганизмов (рис. 1). Преимуществами метода анализа водных палиноморф являются повсеместное распространение динофлагеллат в арктических морях и хорошая сохранность их цист в осадках, в отличие от микроорганизмов, обладающих кремниевым панцирем (диатомовые водоросли, радиолярии) или карбонатной раковиной (кокколиты, планктонные фораминиферы), которые традиционно используются для палеореконструкций, однако в высоких широтах могут быть подвержены растворению.

Метод анализа водных палиноморф может успешно применяться при решении ряда палеогеографических задач, касающихся вопросов изменений речного стока, ледово- гидрологических условий и седиментационных обстановок на шельфе арктических морей (De Vernal et al., 2001; Matthiessen et al., 2005; Polyakova et al., 2005). Обобщение и стандартизация методик обработки образцов для целей анализа водных палиноморф в начале 90-х годов XX в. сделали возможным создание баз данных водных палиноморф в современных донных осадках для различных регионов Земного шара (De Vernal et al., 2001).

Благодаря повсеместным исследованиям и возрастающему вниманию к этой микропалеонтологической группе на сегодняшний день получены данные по всем морям Северного полушария, за исключением только двух регионов: Восточно-Сибирского моря и западной части Чукотского моря. Поэтому изучение проб именно из этих районов представляет особый интерес. Данные по восточному сектору Арктики получены впервые в мире и становятся новой уникальной методической основой для последующих палеогеографических и палеоокеанологических исследований в высоких широтах.

Море Лаптевых. В результате изучения проб поверхностных донных осадков моря Лаптевых, полученных в ходе совместной российско-германской экспедиции TRANSDRIFT в Арктику в 2007 г. (на НИС «Иван Киреев» и «Капитан Драницын»), с привлечением опубликованных ранее первых результатов изучения водных палиноморф в поверхностных осадках моря Лаптевых (Kunz-Pirrung, 1998) было установлено, что значения АН-критерия (отношение содержания цист автотрофных видов динофлагеллат (видов порядка *Gonyaulacales*, а также цист *Pentapharsodinium dalei* Indelicato et Loeblich) к цистам гетеротрофных видов) и CD-критерия (отношение содержания в осадках пресноводных зеленых водорослей, которые приносятся на шельф с речными водами, и морских цист динофлагеллат) находятся в строгой зависимости от средней многолетней летней солености моря Лаптевых, поступления на шельф трансформированных североатлантических вод и распределения речных вод в пределах шельфа (рис. 2).

ТРУДЫ XVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24–29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Относительное распределение водных палиноморф в поверхностных осадках моря Лаптевых (по материалам Kunz-Pirrung, 1998)

Значения CD-критерия в поверхностных осадках моря Лаптевых варьируют в пределах от 0 до 66. Максимальные значения (более 20) выявлены в юго-восточных районах моря Лаптевых, прилегающих к дельте р. Лены, куда направлен ее основной сток, и значения средней летней межгодовой солености поверхностных вод не превышают 4. В целом, по мере удаления от устья р. Лены и увеличения солености вод, значения CD-критерия снижаются. В северных частях моря, где соленость возрастает от 20 до >30, CD-критерий не превышает 2. Значения АН-критерия в поверхностных осадках моря Лаптевых варьируют в пределах от 0 до 0.5. Максимальные значения АН-критерия (0,1–0,5) выявлены в районах внешнего шельфа и континентального склона моря Лаптевых, где глубины моря составляют от 50 до 1000 м, а соленость поверхностных вод превышает 26. Минимальные значения АНкритерия (0–0,05) приурочены к мелководным районам шельфа.

Анализ видового состава и количественного распределения диноцист в поверхностных осадках показал, что в районах внешнего шельфа и континентального склона моря Лаптевых суммарное содержание цист автотрофных видов динофлагеллат, таких как *Operculodinium centrocarpum* Wall et Dale, *Spiniferites elongatus* Reid, цист *Pentapharsodinium dalei* Indelicato et Loeblich в составе ассоциаций диноцист достигает наибольших значений в лаптевоморском регионе. Эти виды рассматриваются как индикаторы распространения вод атлантического происхождения в Северном Ледовитом океане. В свою очередь гетеротрофные виды, такие как *Brigantedinium simplex* (Wall) Reid, цисты *Polykrikos* sp. de Vernal, *Echinidinium karaense* Head, *Islandinium minutum* Harland et Reid, *Islandinium? cezare* s.l. Head, Harland et



Рис. 2. Значения CD-критерия (А) и АН-критерия (Б) в поверхностных осадках моря Лаптевых

Matthiessen, более холодноводны, способны выдерживать низкую соленость прибрежных вод и в целом преобладают в районах внутреннего шельфа моря Лаптевых. Таким образом, CD-критерий может быть использован для реконструкций интенсивности поступления речных вод на арктический шельф, а АН-критерий – в качестве дополнительного критерия при реконструкциях интенсивности поступления в море Лаптевых атлантических вод.

Для моря Лаптевых выявлена зависимость состава ассоциаций цист динофлагеллат в поверхностных осадках от средней многолетней продолжительности ледового покрова, а также от положения лаптевоморского участка Великой сибирской полыньи. Впервые установлено, что: (1) распределение гетеротрофных видов диноцист (*B. simplex*, цист *Polykrikos* sp., *E. karaense*, *I. minutum*, *I.? cezare* s.l.) приурочено к районам распространения многолетнего льда; (2) вид *Polarella glacialis*, обитающий на нижней поверхности льда и способный образовывать цисты, при его низких в целом концентрациях в поверхностных осадках, присутствует в образцах, полученных в зоне полыньи и, возможно, может служить индикатором изменений ее среднего межгодового положения. Таким образом, изучены новые возможности использования метода анализа водных палиноморф для реконструкций ледового покрова в лаптевоморском регионе.

Восточно-Сибирского море. Выполнен анализ распределения ассоциаций водных палиноморф в образцах поверхностных донных осадков Восточно-Сибирского моря, полученных в экспедициях Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН в прибрежно-шельфовой зоне арктических морей России в 1978–1984 гг. Данные о распределении водных палиноморф в поверхностных осадках Восточно-Сибирского моря получены впервые. Изучение проб проводилось на микроскопах NEOVAR 2 и JENAVAL (Carl Zeiss) с увеличением 400× и 1000× с идентификацией в каждом образце как минимум 100 цист динофлагеллат. Определены концентрации водных палиноморф (с использованием таблеток, содержащих споры *Lycopodium clavatum*), изучен видовой состав палиноморф и выполнен анализ распределения индикаторных видов. В результате установлено, что в прибрежной части Восточно-Сибирского моря присутствуют две ассоциации водных палиноморф, различия видового состава которых обусловлены, главным образом, градиентами солености и температуры поверхностных вод. Первая – восточная «тепловодная», с участием беринговоморских вод, вторая – западная прибрежная «холодноводная» со значительным опреснением.

Определены значения CD- и AH-критериев в осадках Восточно-Сибирского моря. Здесь они также находятся в четкой зависимости от параметров поверхностных водных масс и речного стока. В проливе Лонга (восточной части моря) значения CD-критерия крайне низкие и составляют в среднем 0,04, что подтверждается относительно низким поступлением в этот район моря пресных вод. АH-критерий здесь достигает 0,2, что, несомненно, указывает на присутствие некоторого отепляющего влияния беринговоморских вод в этой части Восточно-Сибирского моря. В прибрежных районах р. Колымы и Чаунской губы значения CD-критерия в результате опреснения повышаются и составляют в среднем 0,39. АH- критерий, напротив, не превышает 0,02, что указывает на отсутствие влияния беринговоморских вод в составе диноцист холодноводных гетеротрофных видов.

Чукотское море. Проведен анализ распределения ассоциаций водных палиноморф в поверхностных донных осадках Чукотского моря. Выполнен анализ проб (в каждом образце идентифицировано как минимум 100 диноцист), определены концентрации водных палиноморф (с использованием таблеток, содержащих споры *Lycopodium clavatum*). Изучен видовой состав палиноморф, проведен анализ распределения индикаторных видов и определены значения CD- и AH-критериев.

Установлено, что в поверхностных осадках Чукотского моря водные палиноморфы включают цисты динофлагеллат и зеленые водоросли, а также органические остатки скелетов фораминифер. Среди водных палиноморф как по видовому составу, так и по численности доминируют цисты динофлагеллат. Отмечено уменьшение концентраций диноцист по направлению с юга на север и с востока на запад. Во всех изученных образцах преобладают цисты автотрофных видов динофлагеллат, в отличие от морей Лаптевых и Восточно-Сибирского.

Практически во всех образцах доминируют *Operculodinium centrocarpum* (арктический подвид) и цисты *Pentapharsodinium dalei*, однако присутствуют и такие виды, как *Spiniferites elongatus* s.l., *Brigantedinium* spp., *Selenopemphis nephroides* Benedek, *S. quanta* (Bradford)

Matsuoka и *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Mantell. Характерной особенностью ассоциаций цист динофлагеллат Чукотского моря является присутствие в них вида *Polykrikos kofoidii* Chatton. Данный вид, согласно предшествующим исследованиям, характерен для Северной Пацифики (Matsuoka, 1985, 1987), и, в частности, для Берингова моря (Radi et al., 2001). Таким образом, его обнаружение в осадках Чукотского моря может свидетельствовать о поступлении сюда относительно теплых беринговоморских вод.

Впервые полученные данные и проведенные исследования водных палиноморф Восточно-Арктических морей (Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского) – уникальная методическая основа для проведения палеореконструкций в восточных морях российской Арктики.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы АААА-А16-116032810080-2 «Палеоклиматы, развитие природной среды и долгосрочное прогнозирование ее изменений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

De Vernal A., Henry M., Matthiessen J. et al. Dinoflagellate cyst assemblages as tracers of sea-surface conditions in the northern North Atlantic, Arctic and sub-Arctic seas: the new 'n= 677' data base and its application for quantitative palaeoceanographic reconstruction // J. Quaternary Sci. 2001. V. 16, N 7. P. 681–698.

Kunz-Pirrung M. Rekonstruktion der Oberfl"achenwassermassen der "ostlichen Laptevsee im Holoz" an anhand der aquatischen Palynomorphen // Berichte zur Polarforschung. 1998. V. 281. P. 1–117.

Matsuoka K. Organic-walled dinoflagellate cysts from surface sediments of Nagasaki Bay and Senzaki Bay, West Japan // Bull. Fac. Liberal Arts. 1985. V. 25. P. 21–115.

Matsuoka K. Organic-walled dinoflagellate cysts from surface sediments of Akkeshi Bay and Lake Saroma, North Japan // Bull. Fac. Liberal Arts. 1987. V. 28. P. 35–123.

Matthiessen J., de Vernal A., Head M. et al. Modern organic-walled dinoflagellate cysts in Arctic marine environments and their (paleo-) environmental significance // Palaeontol. Z. 2005. V. 79, N 1. P. 3–51.

Polyakova Ye.I., Bauch H.A., Klyuvitkina T.S. Early to Middle Holocene changes in Laptev Sea water masses deduced from diatom and aquatic palynomorph assemblages // Global Planet. Change. 2005. V. 48. P. 208–222.

Radi T., de Vernal A., Peyron O. Relationships between dinoflagellate cyst assemblages in surface sediment and hydrographic conditions in the Bering and Chukchi seas // J. Quaternary Sci. 2001. V. 16, N 7. P. 667–680.

ПАЛИНОМОРФЫ И ПЫЛЬЦА В ПОЗДНЕ- И ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА ИМАНДРА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Н.А. Костромина^{1, 2}, А.А. Вашков³, Л.А. Савельева¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, kostromina132@gmail.com ²Арктическй и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург ³Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты

PALYNOMORPHS AND POLLEN IN LATEGLACIAL AND POSTGLACIAL SEDIMENTS OF LAKE IMANDRA (KOLA PENINSULA)

N.A. KOSTROMINA^{1, 2}, A.A. VASHKOV³, L.A. SAVELIEVA¹ ¹Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg ²Arctic and Antarctic Research Institute, Saint-Petersburg ³Institute of Geology, Kola Science Center, Russian Academy of Sciences, Apatity

Lateglacial and postglacial sediments of the Lake Imandra were studied by pollen and palynomorph analyses. The few groups of palynomorphs including fungi and green algae were identified. These data allowed us to reconstruct the local paleoenvironmental changes.

Key words: lake sediments, Holocene, palynomorphs.

Ландшафты арктической зоны крайне чувствительны к климатическим изменениям. Изучение современной природной среды и реконструкция палеоландшафтов арктического региона позволяют понять и предсказать как локальные, так и глобальные изменения природной среды. Озерные отложения являются хорошим индикатором климатических изменений. Совместное изучение колонок донных отложений и береговых разрезов позволяет коррелировать полученные результаты, и выделять локальные и региональные особенности развития природной среды. Метод спорово-пыльцевого анализа является одним из самых распространенных при изучении палеорастительности. Определение и фиксация непыльцывых палиноморф при производстве спорово-пыльцевого анализа позволяет получить дополнительную информацию об условиях природной среды и формирования отложений.

В августе-сентябре 2017 года состоялась российско-германская экспедиция на озеро Имандра (Кольский полуостров), в рамках которой были отобраны 2 колонки донных отложений мощностью около 5 и 8 м, а также образцы из берегового разреза на о. Высокий (67°45'54,9» с. ш.; 33°10'15,8» в. д.). В докладе будут представлены результаты изучения берегового разреза и их корреляция с первыми данными по спорово-пыльцевому анализу колонок донных отложений оз. Имандра.

Разрез о. Высокий расположен на склоне террасовидной площадки на высоте около 2,5 м над урезом воды в озере. Общая мощность вскрытых отложений составила 1,1 м. В разрезе сверху вниз выделяется 6 слоев (рис. 1):

Слой 1. Супесь темно-серая, до черной, обогащенная торфом, с большим числом корней растений. Мощность 0,05 м.

Слой 2. Супесь светло-корчневато-серая, легкая, рыхлая, слабопылеватая. Слой обогащен органогенным веществом, наблюдается большое число корней растений. Граница с вышележащим слоем неявная, граница с нижележащим слоем отчетливо выражена. Мощность 0,16 м.

Слой 3. Серая с зеленоватым оттенком супесь, плотная с плиткообразной текстурой верхней части слоя. В слое отдельные линзы мелкозернистого песка с зернами гравия. Мощность 0,38 м.

Слой 4. Переслаивания серой с зеленоватым оттенком супеси с песком светло-серым, мелкозернистым, слабопылеватым, однородным. Слоистость субгоризонтальная, незначительно волнистая. Мощность 0,15 м.

Слой 5. Супесь зеленовато-серая, тяжелая. Уплотненная. В отличии от слоя 3 не содержит зерен гравия. Текстура мелкоплитчатая, состоит из напластований небольших лент тяжелой супеси, контакты между лентами волнистые, неровные. Мощность 0,21 м.

Слой 6. Супесь серая, опесчаненая, легкая. Вниз по слою растет количество гравия и гальки. Видимая мощность 0,18 м.

Обработка проб производилась сепарационным методом Гричука (Гричук, Заклинская, 1948) с дополнительным применением ультразвука. Методом спорово-пыльцевого анализа изучено 14 образцов. При расчете процентного соотношения каждого пыльцевого и спорового таксона за 100% принималась сумма пыльцы наземных растений. Процентное соотношение спор, грибов и зеленых водорослей рассчитано от этой суммы. На рис. 1 показаны абсолютные значения основных палиноморф, обнаруженных в разрезе о. Высокий.

Основу фоссильных спорово-пыльцевых спектров в группе древесных пород составляют: *Pinus s/g Diploxylon, Betula* sect. *Nanae, Betula* sect. *Albae*, в группе травянистых растений Cyperaceae, Poaceae, Ericaceae, в группе споровых – Polypodiaceae, *Lycopodium, Sphagnum*. На основе изменения состава спорово-пыльцевых спектров можно выделить три палинозоны (снизу вверх):

Палинозона 1. Единичные пыльцевые зерна и споры.

Палинозона 2. Общая сумма пыльцевых зерен невелика, преобладает пыльца трав (80%). Пыльца трав представлена преимущественно Сурегасеае, Роасеае, отмечается присутствие Asteraceae, Chenopodiaceae и *Polygonum bistorta*-type. В группе древесных преобладает пыльца *Pinus s/g Diploxylon, Betula* sect. *Nanae*. В группе споровых растений преобладают споры Polypodiaceae.

Палинозона 3. Незначительное преобладание пыльцы трав (60%) над пыльцой древесных пород. В группе трав доминирует пыльца. Сурегасеае и Роасеае. Отмечается присутствие пыльцы культурных злаков (*Cerealia*) и значительное пыльцевое разнообразие (Asteraceae, Caryophyllaceae, Ericaceae, Onagraceae) Древесные породы представлены преимущественно пыльцой *Pinus s/g Diploxylon, Betula* sect. *Nanae, Betula* sect. *Albae*. Отмечается присутствие пыльцы *Picea*. В группе спор преобладают споры Polypodiaceae.

Помимо пыльцы и спор в исследуемом разрезе были обнаружены споры грибов Sordaria и Sporomiella и цисты пресноводных зеленых водорослей – Botryococcus. Определение палиноморф производилось с помощью сравнения с опубликованными описаниями и фоторгафиями (Van Geel, 1978; Van Geel, 2001). Как и общее содержание спор и пыльцы, их содержание возрастает вверх по разрезу. Однако, стоит отметить, что в палинозоне 1 единично так же встречаются споры грибов и цисты зеленых водорослей, а в некоторых образцах встречены только цисты зеленых водорослей (рис. 1). Sordaria и Sporomiella встречаются преимущественно в верхней части разреза (палинозоны 1 и 2, с пиком в палинозоне 2 для Sordaria). Sporomiella в верхней части разреза наряду с обнаруженными пыльцевыми зернами Сегеаlia могут свидетельствовать о нарушенном ландшафте и хозяйственной деятельности человека. Присутствие Sordaria может свидетельствовать об активности процессов почвообразования. Присутствие Botryococcus свидетельствует об увлажнении территории.

Основываясь на полученных данных можно считать, что выделенные палинозоны отражают 3 этапа в развитии растительности. Первый этап соответствует палинозоне 1 и характеризуется условиями, неблагоприятными для накопления пыльцы, спор и палиноморф. Этот этап, по-видимому, можно отнести к познеледниковью. Второй этап, соответствующий палинозоне 2, характеризуется преобладанием травянистой растительности. Его можно считать переходным между первым и третьим этапами. Заключительный этап, соответствующий палинозоне 3, характеризуется условиями близкими к современным. Наличие пыльцы культурных злаков и спор *Sporomiella* может свидетельствовать о жизнедеятельности человека на острове в недавнем прошлом, предположительно в XIX – начале XX вв.

Первые данные спорово-пыльцевого анализа проб из керноулавливателей с интервалом 1–2 м позволили установить границу плейстоцена и голоцена. Помимо пыльцевых зерен и спор в образцах были обнаружены: цисты зеленых водорослей (*Pediastrum* и *Botryococcus*); *Zygnema*-type, *Tilettia*, а так же различные дочетвертичные формы. Большее разнообразие палиноморф в донных отложениях связано с тем, что водная среда более благоприятна для их развития и захоронения. Цисты зеленых водорослей встречены по всей длине колонки, однако большее их содержание приурочено к верхней части, которая интерпретируется как голоценовая. Помимо цист зеленых водорослей в верхней части колонки обнаружены представители рода *Tilettia*. Нижняя часть колонки характеризуется наличием дочетвертичных форм и единично встреченными представителями рода *Zygnema*-type, которые могут свиде-



Рис. 1. Литология (А) и содержание палиноморф (Б) в разрезе о. Высокий. Фотографии палиноморф (В и Г)

тельствовать о пресноводных условиях. Цисты пресноводных водорослей Botryococcus отмечены как в озерных отложениях, так и в разрезе на о. Высокий. Их присутствие в первом случае указывает на пресноводные условия, а во втором – свидетельствует о переувлажнении почвенного горизонта.

Таким образом, сопряженное изучение непыльцевых палиноморф, пыльцы и спор позволяет проводить реконструкции палеоэкологических условий на более детальтном уровне.

Работа была выполнена в рамках российско-германского гранта СПбГУ-DFG, № 18.65.39.2017.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гричук В.П., Заклинская Е.Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. Москва: ОГИЗ, 1948. 223 с.

Van Geel B. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals // Rev. Palaeobot. Palynol. 1978. V. 25. P. 1–120

Van Geel B. Non-pollen palynomorphs // In: Smol JP, Birks HJB, Last WM (eds) Tracking environmental change using lake sediments vol 3, Terrestrial, algal, and siliceous indicators. Kluwer, Dordrecht, 2001. P. 99–119.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВЕТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ ПРИКАСПИЯ (КАЗАХСТАНСКАЯ ЧАСТЬ)

И.В. Кравченко, А.Г. Калмыкова

Геологоразведочный институт АктюбНИГРИ, Актобе, Казахстан lena.kashcheeva.67@mail.ru, kirishca@list.ru

PALYNOLOGICAL CHARACTERISTIC OF ZHIVETSKY DEPOSITS OF THE NORTHERN PRIBORT ZONE (KAZAKHSTAN PART)

I.V. KRAVCHENKO, A.G. KALMYKOVA

Geological Prospecting Institute AktyubNIGRI, Aktobe, Kazakhstan

Three miospores assemblages from the Vorobiovskian, Ardatovskian and Mullinskian strata were studied in detail for the first time within the North flank from terrigenous and carbonated-terrigenous deposits of Givetian (Middle Devonian). Lithologic and palynological characteristics of each regional sabstages are provided. *Key words:* Givetian, miospores, Mullinian, Ardatovian, Vorobiovkian.

В пределах северной прибортовой зоны живетские отложения имеют слабую палеонтологическую характеристику и выделяются по корреляции данных (ГИС) с разрезами скважин юга Оренбургской области и Саратовского Поволжья, где на основе комплексов брахиопод, остракод и частично миоспор выделены в полном стратиграфическом объеме.

С целью оценки перспектив нефтегазоносности живетских отложений, где пласты коллектора связаны с терригенным и карбонатным комплексом пород, в пределах казахстанской части северной прибортовой зоны бурятся скважины. Микрофаунистические остатки в керне малочисленны. На основе палинологических исследований дополнена возрастная характеристика отложений. Прослежена последовательная смена комплексов спор сверху вниз.

По литологической характеристике выделяются три толщи:

<u>Нижняя толща</u> (средний девон, живетский ярус, старооскольский горизонт, воробьевские слои) сложена преимущественно с частыми прослоями глин, аргиллитов и песчаников и редко известняками глинистыми, ангидритизированными. Из этих отложений выделен палинокомплекс с формами *Cymbosporites* aff. *magnificus* McGr., микроспорами *Stenozonotriletes* sp., *Periplicotriletes* sp., *Brochotriletes* sp., *Leiotriletes* sp., cnopaми с пленчатой оторочкой *Geminospora exstensa* Gao, *G. vulgata* Archangelskaya, *G. decora* Archangelskaya, *Cirratriradites* monogrammos (Archangalskaya) Archangelskaya, *Archaeozonotriletes* timanicus Naumova, *Hymenozonotriletes* devonicus (Richardson) Archangelskaya, характерный для воробьевских слоев (табл. 1, фиг. 2, 9, 10; табл. 2, фиг. 3, 4, 14).

<u>Средняя толща</u> (средний девон, живетский ярус, старооскольский горизонт, ардатовские слои) характеризуется развитием глинисто-карбонатных отложений. Пласты доломитов и известняков разделяются пачками аргиллитов, песчаников толщиной от 10 до 30 см. На основе определения следующих палиноформ: *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Archahgelskaya, *G. extensa* (Naumova) Gao, *G. compa* (Naumova) Archahgelskaya, *Valatisporites celeber* Archangelskaya, *Archaeozonotriletes tuberculatus* Kedo, *A. densus* Kedo, *Hymenozonotriletes bislimbatus* (Tschibrikova) Kedo, *H. divisus* Nadler, *Lophozonotriletes* сf. *semilucensis* Naumova, *Densoisporites* sp., *Dictyotriletes* sp. и др. Эти отложения можно отнести к ардатовским слоям (табл. 1, фиг. 1, 3, 4, 7, 8; табл. 2, фиг. 6, 9, 10–12).

Верхняя толща (средний девон, живетский ярус, старооскольский горизонт, муллинские слои) сложена аргиллитами (от 3 до 40 см) с прослоями доломитов и известняков. Возраст толщи обоснован находками спор Archaeozonotriletes meonacanthus Naumova, Grandispora tuberculata Archangelskaya, G. velata (Eisenack) Playford, Dictyotriletes sp., Brochotriletes hudsonii McGregor et Comf., Dibolisporites crassus (Tschibrikova) Archangelskaya, Diaphanospora inassueta (Tschibrikova) Archangelskaya, Retusotriletes sp., Densoisporites sp., Emphanisporites micrornatus Rich et Lister, Lanatisporis compositus Archangelskaya, eдиничных пыльцевых

зерен рода *Schulzospora*. Данный комплекс характерен для муллинских слоев (табл. 1, фиг. 5, 6, 11; табл. 2, фиг. 1, 5, 7, 8, 13).

Характерной особенностью палинокомплексов воробьевских отложений является многочисленность зонального рода с пленчатой оторочкой *Geminospora* (около 25%), чуть в меньших количествах встречаются *Cymbosporites* aff. *magnificus* McGregor и *Cirratriradites* (*Hymenozonotriletes*) monogrammos Archangelskaya, а также характерно присутствие крупных спор *Stenozonotriletes*. В ардатовских отложениях широко распространены и значительны (около 20%) формы рода *Lophozonotriletes*, что отличает его от нижележащих воробьевских слоев, продолжают свое развитие виды *Valatisporites celeber*, *Cirratriradites monogrammos*, особо выделены *Hymenozonotriletes* aff. *tichonovitschi* Raskatova, *Cristatisporites triangulatus* (Allen) McGregor. Отличием муллинских слоев от нижних отложений живетского яруса является увеличение количества форм родов *Dictyotriletes*, *Perotriletes* и видов *Cymbosporites magnificus*, *C. primarius*, *Geminospora micromanifesta*, *Cristatisporites triangulatus*.

Рассмотренные палинологические комплексы близки к комплексам, выделенным в скважинах внешней прибортовой зоны (Бузулукская впадина) в районе Предуральского прогиба и в других районах Русской платформы (Архангельская и др, 1987, Меннер, Бывшева, 1985). Прикаспийские комплексы миоспор выделены как из терригенных пород по общепринятой методике палинологического анализа (Сладков, 1967), так и из карбонатных пород по методике трех фильтров, где в основу положено растворение пород концентрированной уксусной кислотой (Riding, Kyffin, 2004).

Полученные данные по расчленению живетских отложений северной прибортовой зоны Прикаспийской впадины сыграют большую роль при выделении и корреляции продуктивных пластов в пределах региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Архангельская А.А., Гибшман Н.Б., Макарова С.П. и др. Стратиграфия девона северо-восточной прибортовой зоны Прикаспийской синеклизы // Сов. геол. 1987. № 5. С. 36–37.

Меннер В.В., Бывшева Т.В. Атлас спор и пыльцы нефтегазоносных толщ фанерозоя Русской и Туранской плит. М.: Недра, 1985. С. 10–11.

Сладков А.Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М.: Наука, 1967. 270 с.

Riding J.B., Kyffin-Huges J.E. A review of the laboratory preparation of palynomorphs with a description of the effective non acid technique // Revista Brasileira de Paleontologia. 2004. V. 7, N 1. P. 13–14.

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24–29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Таблица 1. Палиноморфы из среднего девона, живетский ярус, старооскольский горизонт, ардатовские слои (фиг. 1, 3, 4, 7, 8), воробьевские слои (фиг. 2, 9, 10), муллинские слои (фиг. 5, 6, 11); северная прибортовая зона Прикаспийской впадины, площадь Орловская, скв. СК-2. Увеличение ×400. Фиг. 1. *Нутепоzonotriletes* sp., гл. 5351 м. Фиг. 2 *H. devonicus* (Richardson) Archangelskaya, гл. 5424 м. Фиг. 3. *Valatisporites celeber* (Tschibrikova) Archangelskaya, гл. 5374 м. Фиг. 4. *Нутепоzonotriletes divisus* Nadler, гл. 5351 м. Фиг. 5. *Schulzospora* cf. *campyloptera* (Waltz) H., St., гл. 4931 м. Фиг. 6. *Schulzospora* sp., гл. 4931 м. Фиг. 7. *Geminospora extensa* (Naumova) Gao, гл. 5374 м. Фиг. 8. *Dictyotriletes emsiensis* (Allen) McGregor, гл. 5374 м. Фиг. 9, 10. *Leiotriletes* sp., гл. 5400 м. Фиг. 11. *Emphanisporites micrornatus* Richardson, гл. 4957 м



Таблица 2. Палиноморфы из среднего девона, живетский ярус, старооскольский горизонт, муллинские слои (фиг. 1, 5, 7, 13), воробьевские слои (фиг. 2–4, 14), ардатовские слои (фиг. 6, 9–12); северная прибортовая зона Прикаспийской впадины, площадь Орловская, скв. СК-2. Увеличение ×400. Фиг. 1. *Grandispora velata* (Eisenack) Playford, 1971, гл. 4963 м. Фиг. 2. *Cirratriradites monogrammos* (Archangelskaya) Archangelskaya, гл. 5451 м. Фиг. 3. *Stenozonotriletes* sp., гл. 5451 м. Фиг. 4. *Archaeozonotriletes* sp., гл. 5424 м. Фиг. 5. *Apiculatisporites* sp., гл. 4957 м. Фиг. 6. *Retusosporites* sp., гл. 5374 м. Фиг. 7. *Brochotriletes hudsonii* McGregor et Camfield, гл. 4965 м. Фиг. 8. Lycospora sp., гл. 4965 м. Фиг. 9. *Densoisporites* sp., гл. 5351 м. Фиг. 10. *Lophozonotriletes* sp., гл. 5351 м. Фиг. 11. *Geminospora micromanifesta* (Naumova) Archangelskaya, гл. 5374 м. Фиг. 12. *Geminospora compa* (Naumova) Archangelskaya, гл. 5374 м. Фиг. 13. *Diaphanospora inassueta* (Tschibrikova) Archangelskaya, гл. 4931 м. Фиг. 14. *Cymbosporites primarius* (Naumova) Archangelskaya, гл. 5421 м

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ ИЗ РАЗРЕЗОВ ДУВАННЫЙ ЯР И СТАНЧИКОВСКИЙ ЯР КОЛЫМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Д.А. Лопатина¹, О.Г. Занина²

1Геологический институт РАН, Москва, dalopat@mail.ru ²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Московская обл., Oksanochka_zet@mail.ru

PALYNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PALAEOSOILS FROM THE DUVANNY YAR AND THE STANCHIKOVSKY YAR SECTIONS IN THE KOLYMA LOWLAND

D.A. LOPATINA¹, **O.G.** ZANINA²

¹Geological Institute, Russian Academy Sciences, Moscow ²Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region

Palynomorphs from third and second palaeosoils of the ice-complex from the Kolyma lowland has been studied. The climate warming caused change sinlitogenetic by epigenetic pedogenesis. The re-veined ice melted and seasonally thawed layer humidified, so peaty and marshy complexes were formed in tundra. Palynological analysis showed tundra conditions and increasing features of cryoaridic pedogenesis on the background of progressive reduction of heat supply and hydromorphism during marine isotopic stage 3 (MIS 3). *Key words:* palynomorphs, Kolyma River, palaeosoils.

Одним из ведущих диагностических признаков отложений интервала морской изотопной стадии (МИС 3) Колымской низменности является присутствие в толщах криопедолитов профилей хорошо развитых и дифференцированных на генетические горизонты эпигенных погребенных почв (ПП). В наиболее полных разрезах установлены профили четырех ПП, нижняя из которых отнесена к раннекаргинскому педокомплексу (40 и более тыс. лет назад), а три расположенных выше – к позднекаргинскому (I ПП – 37–35 тыс. лет назад, II ПП – 33–31 тыс. лет назад и III ПП около 28 тыс. лет назад). Раннекаргинская почва несет признаки таёжного почвообразования, ее формирование происходило в условиях отсутствия привноса осадка и достаточно высокой летней теплообеспеченности. В периоды образования почв позднекаргинского педокомплекса поступление минерального осадка не прекращалось, а лишь ослабевало. Торфянистые и торфянисто-глеевые почвы формировались в условиях прогрессивного снижения теплообеспеченности и гидроморфизма. ПП рассматриваемого региона – надежные палеогеографические и стратиграфические маркеры, позволяющие использовать их при проведении геологической съемки и реконструкции развития природной среды в плейстоцене (Губин, Занина, 2013).

В настоящей работе приведены результаты изучения спор и пыльцы из I и II ПП позднекаргинского педокомплекса разрезов Дуванный яр и Станчковский яр Колымской низменности для выяснения степени их соответствия условиям накопления криопедолитов, являющимися почвообразующей породой, а также особенностей растительного покрова и климата времени их формирования. Разрез Дуванный яр расположен в нижнем течении р. Колымы, на правом берегу, приблизительно в 40 км вниз по течению от устья р. Омолон (Каплина и др., 1978; Murton et al., 2015), Станчиковский яр – по правому берегу р. М. Анюй, в двух километрах ниже пос. Анюйск (Каплина и др., 1980).

На VII останце разреза Дуванный яр в нижней части едомной толщи на высоте 8 м от уреза воды в р. Колыма установлена I ПП позднекаргинского педокомплекса P-1332 (35 100±100 (ГИН 3865), 37 900±1000 (ГИН 4015), 38 000±500 (ГИН 3864). В спорово-пыльцевых спектрах из криопедолитов, вмещающих данную ПП, преобладает пыльца трав сем. Роасеае и Сурегасеае. Пыльца второстепенных таксонов трав и кустарничков с различными экологическими требованиями, разнообразна по составу, но представлена единичными зернами. Также единично отмечены споры (за исключением плаунка наскального) и пыльца деревьев и кустарников. В спектрах непосредственно из ПП по сравнению с таковыми из криопе-

долитов увеличивается содержание пыльцы деревьев и кустарников. В горизонтах [H] и [ABg] до 18% определена пыльца ивы. В спектре из горизонта [BCg] заметно содержание карликовой березки (7,5%) и определено максимальное количество пыльцы осоковых для данного профиля. В группе трав и кустарничков, в которых, как и в спектрах из криопедолитов, преобладают Роасеае и Сурегасеае, более разнообразно представлены второстепенные таксоны трав (рис. 1).

На VII останце на высоте около 12 м над урезом воды в р. Колыма описан профиль ПП P-1310, сопоставляемой с P-1332 и рассматриваемой как I ПП позднекаргинского педокомплекса. Анализ палиноморф из этого профиля не выявил отличий в материале почв и вмещающих их криопедолитов. Для них характерно преобладание Сурегасеае, субдоминантами являются Poaceae, единично отмечено разнотравье (рис. 2).

Профиль II ПП позднекаргинского педокомплекса P-1333 (31 100±900 лет (ГИН 8016)), установлен выше P-1332, на высоте 18 м над урезом воды в р. Колыма. Образцы на палинологический анализ отобраны из самого нижнего горизонта – оторфованного суглинка. В спектре из криопедолита, подстилающим ПП P-1333 около половины составляет пыльца трав и кустарничков с доминированием Poaceae. Особенностью данного спектра является повышенное содержание пыльцы деревьев и кустарников за счет *Pinus s/g Haploxylon* и *Betula* sect. *Nanae*, а также спор, среди которых преобладают Bryales и *Selaginella rupestris* (L.) Spring. Спектр из горизонта [H] резко отличается от спектра из горизонта криопедолитов доминированием пыльцы Сурегасеае (50%) и меньшим содержанием пыльцы деревьев и кустарников.

На палинологический анализ из разреза Станчиковский Яр опробованы два профиля ПП. Нижняя, І ПП позднекаргинского педокомплекса Р-08-03 (37400±1200 и 35200±1100 лет (ГИН 12870)) отмечена во всех вскрытых термоэрозией блоках на высоте около 24 м над урезом воды в р. М. Анюй.

В спектре из нижнего горизонта криопедолита преобладает пыльца трав и кустарничков с доминированием Сурегасеае и Роасеае, при этом очень скудно представлено разнотравье. В количестве 33% представлена пыльца деревьев и кустарников с доминированием *Pinus* s/g *Haploxylon* и *Betula* sect. *Nanae*. Среди споровых, составляющих около четверти от всей суммы палиноморф, заметным содержанием характеризуются *Sphagnum* и *Lycopodiu*.

В близких по качественному и количественному составу спектрах из горизонтов ПП преобладает пыльца осоковых и злаковых. В отличие от подстилающего профиль криопедолита в них разнообразно представлено разнотравье. В спектре из перекрывающего ПП криопедолита доминируют Poaceae и Cyperaceae.

Изучение строения ПП в ряде расположенных на небольшом удалении друг от друга блоках данного разреза показало присутствие участков, где органогенные горизонты выполнены торфянистым материалом (P-08-03) и участков с резким ослаблением признаков оглеения (P-1304). В спектре из оторфованного горизонта ПП P-1304 содержится больше пыльцы кустарников и полыни, присутствие последней подтверждает вывод о формировании рассматриваемого блока на менее увлажненном полигоне.

На высоте около 32 м. над урезом воды в р. М. Анюй расположен профиль II ПП позднекаргинского педокомплекса P-09-03 (33900±750 и 36500±700 лет (ГИН 12873)). В спектрах из этой ПП преобладает пыльца Poaceae и Cyperaceae, максимальное содержание последних отмечено в оторфованном горизонте [H] (более трети от всех палиноморф); разнообразно представлено разнотравье; заметно содержание спор за счет *Selaginella rupestris* и *Sphagnum*.

На основании данных палинологического анализа изученных отложений, можно сделать вывод о том, что спектры из криопедолитов, вмещающих ПП, отражают тундровую растительность. Спорово-пыльцевой анализ позволяет реконструировать ландшафты с преобладанием травянистых группировок (злаковых, злаково-осоковых, злаково-разнотравных). Значительное содержание пыльцы осоковых в спектрах свидетельствует о существовании кочкарных тундр на увлажненных участках. Количество пыльцы деревьев и кустарников редко превышает 10%. Возможно, она является заносной в спектрах, хотя не исключается, что в небольшом количестве карликовая березка, ольховник, кедровый стланик произрастали в долинах рек. Учитывая плохую сохранность пыльцы лиственницы, можно предположить, что даже ее единичное присутствие в спектрах свидетельствует о наличии в соста-

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 1. Распределение спор и пыльцы в профилях ПП Р-1332 и Р-1333



Рис. 2. Распределение спор и пыльцы в профиле ПП Р-1310. Условные обозначения см. на рис. 1



Рис. 3. Распределение спор и пыльцы в ПП Р-08-03, Р- 09-03 и Р-1304 разреза Станчиковский яр. Условные обозначения см. на рис 1

ве реконструируемой растительности небольших островков лиственничных лесов. Находки спор плаунка наскального указывают на существование сухих каменистых участков, однако они не преобладали в ландшафте.

Палинологический анализ ПП P-1332 и P-1333 Дуванного яра показал их отличие от вмещающих криопедолитов. В профиле P-1332 в спектрах из ПП зафиксирован более разнообразный состав второстепенных таксонов трав и преобладание пыльцы ивы (18%), что позволяет сделать вывод о доминировании этого кустарника в составе растительности.

Спектр из ПП P-1333 характеризуется пиковым для данного разреза содержанием осоковых, что подтверждается результатами анализа органического материала из рассматриваемого горизонта, в котором преобладают осоки. Строение и приуроченность рассматриваемых ПП Дуванного яра к западинным полигонам, результаты палинологического анализа указывают на существование сильно увлажненных и заболоченных участков на рассматриваемой территории. Вероятно, это было обусловлено небольшим потеплением, вызвавшим протаивание верхних частей повторно-жильных льдов и, таким образом, дополнительное увлажнение сезонно-талого слоя и образование болот, в которых проходил процесс почвообразования. Специфический состав спектров из указанных ПП носит локальный характер и указывает на накопление отложений в условиях заросших осокой болот, в случае ПП P-1332 – наличие густых зарослей ивы по берегам болота.

В спектрах ПП Станчиковского яра в отличие от таковых из криопедолитов определена разнообразная по экологическим требованиям пыльца трав и кустарничков и в целом выше содержание осоковых. Почвенный покров полигонов этого разреза имеет комплексное строение – наряду с блоками с признаками болотного почвообразования присутствуют участки с резким ослаблением признаков оглеения. Вероятно здесь существовали различия в степени увлажненности поверхности, что находит отражение в строении почв и растительного покрова. Над поверхностью голов ледяных жил существовали условия отличные от условий центральных частей полигонов – более гидроморфные в период пиков потеплений и более ксероморфные во время похолоданий. Палинологический анализ позволяет сделать вывод о существовании на рассматриваемом полигоне как сухих участков с невысокой степенью оглеения, на которых произрастали злаковые ассоциации со значительным участием гвоздичных и сложноцветных, так и обширных увлажненных участков, заросших осокой.

Отличия спектров ПП от криопедолитов не установлены для профиля P-1310 из разреза Дуванный яр. Рассматриваемая ПП в значительной степени литогенна, органогенный горизонт относится к грубогумусному. Вероятно, на полигоне, где происходило ее формирование, торфообразование происходило параллельно с поступлением минерального осадка. Кочки постепенно погребались, полигоны заполнялись торфянистым материалом, обогащенным минеральной компонентой. К этому времени, по-видимому, пик потепления уже прошел и торфонакопление шло за счет дополнительного увлажнения, определяемого западинным рельефом.

Это подтверждается близким составом спектров из ПП и вмещающих их криопедолитов с равномерным преобладанием осоковых, что указывает на гидроморфные условия накопления всей толщи.

Сходство спектров из I и II ПП позднекаргинского педокомплекса проявляется прежде всего в преобладании пыльцы злаковых и осоковых. Отличия между ними заключаются в незначительном уменьшении разнотравья и увеличении количества спор в спектрах из II ПП, что подтверждает вывод С.В. Губина и О.Г. Заниной (2013) о том, что образование I ПП проходило в условиях несколько лучшей теплообеспеченности по сравнению со II ПП.

Анализ строения ПП и состав палиноморф из этих отложений позволяет сделать вывод о том, что причиной смены синлитогенного почвообразования эпигенным в течение МИСЗ на территории Колымской низменности, являлись краткие потепления, во время которых происходило увлажнение сезонно-талого слоя в результате протаивания верхних частей повторно-жильных льдов. Повышение температуры и влажности вызывало развитие разнообразной травянистой и кустарничковой растительности, а на увлажненных участках над головами ледяных жил шло формирование болотных и торфянисто-болотных комплексов. Палинологический анализ I и II ПП позднекаргинского педокомплекса подтверждает определенное сходство природных условий их формирования, тундровый облик ландшафтов, нарастание признаков криоаридного почвообразования на фоне прогрессирующего снижения теплообеспеченности и гидроморфизма в течение интервала МИСЗ.

Работа выполнена по темам государственного задания № 0135-2015-0034 ГИН РАН и ИФ-ХиБПП РАН АААА-А18-18-118013190181-6 и программе президиума РАН 55 «Арктика» АААА-А18-118013190182-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Губин С.В., Занина О.Г. Изменение почвенного покрова в ходе формирования отложений ледового комплекса на Колымской низменности (часть 1) // Криосфера Земли. 2013. Т. 17, № 4. С. 48–56.

Каплина Т.Н., Гитерман Р.Е., Лахтина О.В. и др. Дуванный Яр – опорный разрез позднеплейстоценовых отложений Колымской низменности // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. № 48. М.: Наука, 1978. С. 49–65.

Каплина Т.Н., Лахтина О.В., Рыбакова Н.О. История развития ландшафтов и мерзлых толщ Колымской низменности по радиоуглеродным, криолитологическим и палинологическим данным (на примере разреза Станчиковский яр на р. Мал. Анюй) // Геохронология четвертичного периода. М.: Наука, 1980. С. 243–258.

Murton J., Goslar T., Edwards M. et al. Palaeoenvirontmental interpretation of edoma silt (ice complex) deposition as cold-climate loess, Duvanny Yar (Northeast Siberia) // Permaphrost and Periglac. Proces. 2015. V. 26. P. 208–288.

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ЭВОЛЮЦИИ СПОРОДЕРМЫ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ LILIALES PERLEB И ASPARAGALES LINK И ИХ ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

С.М. Маасумми

Кафедра биологии, Университет им. Рази, Керманшах, Иран, smohammad@mail.ru

POSSIBLE TRENDS IN EVOLUTION OF SPORODERM OF POLLEN GRAINS OF SOME PLANTS BELONGING TO LILIALES PERLEB AND ASPARAGALES LINK AND THEIR TAXONOMIC RELATIONSHIPS

S.M. MASOUMI

Department of Biology, Razi University, Kermanshah, Iran

The pollen morphology of 120 species from 6 families were investigated by light, scanning and transmission electron microscopes. According to morphological features and literature data, the phylogeny and principal trends of Liliales and Asparagales were reconstructed. First line: Liliaceae – Melanthiaceae – Uvulariaceae – Colchicaceae; second line: Liliaceae – Asphodelaceae – Hyacenthaceae – Amaryllidaceae – Calochrortaceae . *Key words*: Asparagales, Liliales, LM, SEM, TEM, pollen, sporoderm.

Пыльцевые зерна представителей семейств подкласса Liliidae по типам апертур очень разнообразны (Takhtajan, 2009). В порядке Liliales насчитывается 10 семейств, в порядке Aspragales – 15 (APG IV, 2016). Во многих классификациях эти два порядка рассматриваются как близкородственные, объединены или сближены (Тахтаджян, 1948; Оганезова, 2002; Rudall, 2002; Kim et al., 2013). Порядок Liliales в подклассе Liliidae имеет особое значение. В общепринятых системах растения порядков Asparagales и Liliales всегда помещаются рядом (Handa et al., 2000). P.J. Rudall (2002) проанализировала морфологические признаки представителей порядка Liliales методами кладистического анализа. В порядке Asparagales молекулярные дендрограммы показали, что представители семейств Anthericaceae и Нуасinthaceaein формируют высокоорганизованную кладу спаржевых, a Asphodelaceae является среди них базальной группой. Р.J. Rudall (2003) показала, что пыльцевые зерна Liliales довольно однообразны и обычно характеризуются наличием оперкулюма, в частности этот признак встречается в семействах Liliaceae, Melanthiaceae и Uvulariaceae. Морфологические, анатомические, биохимические и кариотипические признаки, используемые в анализе тенденций развития группы Liliales и ее филогенетических связей, изучены T.B. Patterson и T.J. Givnish (2002). На основе цитологических данных и большого количества литературных данных у Liliales показаны пути эволюции и взаимосвязи различных семейств этого порядка (Sen, 2008). С.А. Furness с соавторами (2015) использовала SEM и TEM для описания пыльцы представителей всех 10 семейств Liliales, чтобы восстановить ход эволюции пыльцевых зерен в группе. Авторы показали, что пыльца Liliales необычайно разнообразна по размеру (10-80 мкм) и форме (от эллипсоидальной до округло-овальной), по особенностям апертур и характеру скульптуры.

При исключении из семейсва Liliaceae представителей родов Calochortus и Lloydia, триба Tulipeae будет представлять собой однородную группу. Изучение морфологии пыльцы семейства Liliaceae и молекулярные данные показали, что для родов *Tulipa* и *Amana* характерны некоторые особенности (Fay, Chase, 2000). Анализ молекулярно-генетических признаков (Fay et al., 2003) показал, что при выделении рода Amana род *Tulipa* s. str. становится монофилетическим и состоит из двух клад. Таким образом, ближайшими к *Tulipa* s. str. являются роды *Amana* и *Erythronium*. Морфологические исследования показали, что пыльца родов *Amana* и *Tulipa* близка друг к другу (Kosenko, 1999). С.М. Маассуми (2004а) показал, что пыльцевые зерна *Amana edilis* (Miq.) Honda сходны с одноборозднными пыльцевыми зернами Tulipa. С другой стороны, на основе кластерного анализа 4 вида из рода *Amana* располагаются на дендрограмме так, что *A. edilis* стоит особняком от остальных исследованных видов (Tan et al., 2007). Z.A. Elwan (2008) при помощи кластерного анализа микроморфологических признаков листьев показал на дендрограмме, что представители Tulipeae сближают роды *Gagea* и *Calochortus*. На основании сравнительно-морфологического изучения 120 видов представителей семейств Amaryllidaceae, Asphodelaceae, Calochrortaceae, Colchicaceae, Hyacenthaceae, Liliaceae и Ixioliridiaceae с помощью светового микроскопа (СМ), 120 видов на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) и 64 видов на трансмиссионном электронном микроскопе (ТЭМ), с учетом материалов В.Н. Косенко (1990, 1996) и литературных данных (Тахтаджян, 1948, 1964, 1982; Huynh, 1976; Roth et al., 1986; Takahashi, 1987; Xiong, 1998; Handa et al., 2000; Pehlivan, Özler, 2003; Rudall, 2003; Maaccymu, 2004a, 20046, 2005) выявлено 10 апертурных типов пыльцевых зерен, 15 типов поверхности экзины, 5 типов структуры и 3 основанных на форме головок столбиков экзины. Во всех предложенных эволюционных схемах безапертурные пыльцевые зерна рассматриваются как наиболее специализированные. Что касается структуры экзины, то общие тенденции в развитии проявляются в увеличении толщины (высоты) столбикового слоя и усложнении формы самих столбиков, уменьшении толщины покрова и подстилающего слоя (отношение толщины покрова к толщине подстилающего слоя (T/F) у всех исследованных видов), увеличении степени перфорированности покрова или наличии надпокровных элементов.

Исходя из предложенных критериев эволюционной продвинутости признаков оболочки пыльцы, можно констатировать, что пыльца семейства Liliaceae обладает многими примитивными признаками, как в общем строении пыльцевых зерен (размер, форма), так в строении апертур и структуре оболочки пыльцевых зерен.

На основании анализа строения пыльцевых зерен представителей порядков Liliales и Asparagales, в котором учитывались форма и размеры пыльцевых зерен, тип апертур, ультраскульптура и ультраструктура оболочек, мы пришли к следующим выводам (рис. 1).

Наиболее архаичными в семействе являются пыльцевые зерна монотипного рода *Halongia* (рис. 1, № 1). Пыльцевые зерна представителей этого рода самые мелкие среди лилейных. С проксимальной стороны у них наблюдается редуцированный тетрадный рубец, с дистальной – борозда. Поверхность пыльцевых зерен представлена не вполне сформированной сеткой.

Более высоко организованы пыльцевые зерна представителей рода *Lilium* (рис. 1, № 2), одного из центральных в семействе Liliaceae и подрядке Liliales. От этого ключевого рода эволюция пыльцевых зерен пошла в трех направлениях.

Первое направление эволюции пыльцевых зерен: роды *Tofieldia* (рис. 1, № 3), Fritillaria (рис. 1, № 4) и Nomocharis (рис. 1, № 6). Пыльцевые зерна у представителей рода *Tofieldia* дистально и проксимально двухбороздные, продолговатой черырехугольной формы, мелкие или средних размеров. *Nomocharis pardantine* Franch. характеризуется однобороздной пыльцой, однако вид *N. lophophora* Balf. имеет однопоровую пыльцу.

От рода Nomocharis можно построить ряды в двух направлениях. Представители одной линии обладают двумя порами на концах пыльцевого зерна и/или четырьмя порами (у представителей родов семейства Colchicaceae, рис. 1, № 11, 14). Пыльцевые зерна у представителей второй линии сферической формы, двух- и четырехпоровые (род *Chionographis* семейства Melanthiaceae, рис. 1, № 12) и, далее, одно- четырех- или многопоровые (род *Chamaelirium* семейства Melanthiaceae, рис. 1, № 13).

Вторым, главным направлением эволюции пыльцевых зерен в подрядке является линия к роду *Fritillaria* (рис. 1, № 4). От этого рода формируется 6 направлений:

(1) Amaryllidaceae и Ixioliridiaceae (рис. 1, № 10).

(2) Asphodelaceae (рис. 1, № 5).

(3) Calochortaceae (рис. 1, № 16).

(4) *Muscaria* (рис. 1, № 8; Hyacenthaceae) и *Ornithogalum* (рис. 1, № 9; Hyacenthaceae).

(5) Uvularia (рис. 1, № 7; Uvulariaceae). Пыльцевые зерна Uvularia дистально однобороздные, спирально бороздные крупные или средних размеров. По морфологии пыльцы представители семейств Amaryllidaceae, Hyacenthaceae и Asphodelaceae очень близки к пыльцевым зернам *Fritillaria*. Это особенно хорошо проявляется в морфологии пыльцы родов *Rhinopetalum* и *Korolkowia*.

(6) *Erythronium* (рис. 1, № 15). Представители рода *Erythronium* характеризуются довольно крупными, однобороздными, сетчатыми пыльцевыми зернами. Эндэкзина у них отсутствует, подстилающий слой довольно тонкий, а интина представлена только двумя слоями. У ряда видов из рода *Erythronium* в борозде наблюдается оперкулюм. Пыльцевые зерна

видов рода *Amana* (рис. 1, № 18) характеризуются более мелкими размерами, в структуре оболочки количество столбиков на единицу длинны среза заметно уменьшается, интина двуслойная. От рода *Erythronium* (рис. 1, № 15) отходят три ветви, к родам:

- *Lloydia* (рис. 1, № 18). Изучение строения пыльцевых зерен представителей рода *Lloydia* подтвердило, что этот род не монотипный, как это утверждают ряд систематиков, а представлен несколькими видами.
- Gagea (рис. 1, № 17). Пыльцевые зерна представителей довольно крупного рода Gagea отличаются довольно мелкими размерами. Поверхность эктэкзины бугорчатая, эндэкзина отсутствует, а интина двуслойная. Исследования показали, что ряд видов этого рода можно различить по морфологии пыльцевых зерен. Строение пыльцевых зерен представителей рода *Calochrortus* близко к пыльце рода *Gagea*. У некоторых видов рода *Fritilla-ria* пыльцевые зерна лишены эндэкзины. Хотя в этом роде и представлены однобороздные пыльцевые зерна, виды хорошо различаются по особенностям ультраскульптуры их поверхности. Виды родов *Rhinopetalum* и *Korolkowia* различаются по форме и размерам ячей сетки и ширине образующих сеть стенок.
- *Tulipa* (рис. 1, № 19, 20). В роде *Tulipa* наблюдается большой полиморфизм в строении пыльцевых зерен. Исследованные виды различаются по типу апертур, скульптуре экзины и ультраструктуре оболочки пыльцевых зерен. Пыльцевые зерна видов этого рода одиночные, довольно крупные, гетерополярные. Они могут быть дистально однобороздными (рис. 1, № 18) и лодочковидными, или трехбороздными (рис. 1, № 19) и эллипсовидными, либо безапертурными (№ 20) и сфероидальными, борозда с оперкулумом или без.

Продолжением центрального направления эволюции пыльцевых зерен в подрядке является линия, в которой представлены роды *Erythronium*, *Amana* и *Tulipa*.

Вершиной эволюции пыльцевых зерен в порядке являются пыльцевые зерна представителей рода *Tulipa*. В пределах этого рода наблюдаются разные уровни организации оболочки пыльцевых зерен.

Таким образом, проведенное исследование пыльцы представителей в порядке Liliales и Asparagales показало значительное морфологическое разнообразие (т.е. порядки очень гетерогенны). Основное внимание обращено на размер пыльцевых зерен, строение и расположение апертур, а также на структуру и скульптуру экзины и детали строения ее поверхности. Наши материалы и молекулярно-филогенетические исследования представителей порядков Liliales и Asparagales не противоречат друг другу. Кроме того, представленная схема иллюстрирует эволюцию и специализацию строения пыльцевых зерен в порядках Liliales и Asparagales и отражает систематику группы.

Автор выражают свою искреннюю благодарность С.В. Полевовой (МГУ), В.Н. Косенко (Санкт-Петербург) и сотрудникам лаборатории электронной микроскопии биологического факультета МГУ без материалов, помощи и советов которых данная работа не могла быть выполнена. Я глубоко благодарен аспирантам, которые работали под моим руководством над различными частями этого исследования: Мехди Хейдариян, Тахэрэ Моради, Сайд Амири, Фахимэ Фаллах, Шамсолах Багири, Сумайэ Киани, Фатима Бримиз Бураймизад, Саджад Нойри, Захра Зар-хайнэ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Косенко В.Н. Возможные направления эволюции оболочки пыльцевого зерна в роде *Tulipa* (Liliaceae) // Бот. журн. 1990. Т. 75, № 7. С. 125–38.

Косенко В.Н. Палиноморфология порядка Liliales Lindley в связи с вопросами систематики. Дисс. ... докт. биол. наук. СПб., 1996. 227 с.

Маассуми С.М. Особенности ультраскульптуры и ультраструктуры спородермы представителей рода *Amana* Honda (Liliaceae Juss.) // Мат-лы Междунар. науч. конф. «Развитие ботанической науки в Центральной Азии и ее интеграция в производство», посвящ. 70-летию НПЦ «Ботаника» АН РУз. Ташкент, 2004а. С. 156–158.

Маассуми С.М. Вероятные направления эволюции оболочки пыльцевого зерна иранских видов *Tulipa* (Liliaceae Juss.) // VIII Молодежная конференция ботаников, Санкт-Петербург, Россия: Материалы. СПб., 2004б. С. 40–41.

Маассуми С.М. Ультраструктура и ультраскульптура оболочки пыльцевых зерен представителей семейства Liliaceae Juss. в связи с вопросами их систематики. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2005. 22 с.


Рис. 1. Основные направления эволюции оболочки пыльцевых зерен представителей подрядков Liliales и Asparagales. Типы пыльцевых зерен: сфероидные мелкие (1), средние (6, 7, 12, 13), крупные (6, 7); эллипсоидные мелкие (3, 4, 16, 17, 19, 20), средние (3, 5, 8–11, 14, 18), крупные (2, 5, 15). Пыльцевые зерна: 1 – с проксимальным тетрадным рубцом, с дистальной бороздой (виды рода Halongia семейства Asparagaceae); 2 -однобороздные (виды рода *Lilium* семейства Liliaceae); 3 – двухбороздные (виды рода *Tofieldia* семейства Tofieldiaceae); 4 – однобороздные (виды рода Fritillaria семейства Liliaceae); 5 – однобороздные (представители семейства Asphodelaceae); 6 - однобороздные или однопоровые (виды рода Nomocharis семейства Liliaceae); 7 -спирально-бороздные (виды рода Uvularia семейства Uvulariaceae); 8 - однобороздные (виды рода Muscaria семейства Hyacenthaceae); 9 – однобороздные (виды рода Ornithogalum семейства Hyacenthaceae); 10 – однобороздные (представители семейства Amaryllidaceae); 11 – двухпоровые (представители семейства Colchicaceae); 12 – двух- и четырехпоровые (виды рода *Chionographis* семейства Melanthiaceae); 13 – одно- четырехили многопоровые (виды рода Chamaelirium семейства Melanthiaceae); 14 – четырехпоровые (представители семейства Colchicaceae); 15 – однобороздные с оперкулумом (виды рода Erythronium семейства Liliaceae); 16 - однобороздные (представители семейства Calochortaceae); 17 - однобороздные (виды рода Gagea, Liliaceae); 18 – однобороздные (виды родов Tulipa, Amana, Lloydia семейства Liliaceae); 19 – трехбороздные (часть видов рода *Tulipa* семейства Liliaceae); 20 – безапертурные (часть видов рода *Tulipa* семейства Liliaceae)

Оганезова Г.Г. О современном состоянии филогении и систематики группы однодольных, традиционно именуемых «Лилейными» // Флора, растительность и растительные ресурсы Армении. 2002. № 14. С. 40–43.

Тахтаджян А.Л. Морфологическая эволюция покрытосеменных. М.: Изд. МОИП, 1948. 300 с.

Тахтаджян А.Л Основы эволюционной морфологии покрытосеменных. М.-Л.: Наука, 1964. 235 с.

Тахтаджян А.Л. Порядок Лилейные (Liliales) // Жизнь растений. М.: Просвещение, 1982. Т. 6. С. 44–209

Elwan Z.A. On the taxonomy of *Gagea* and *Calochortus* (Liliaceae): Evidences from macromophological aspects and cuticular features of leaf // Res. J. Agriculture and Biol. Sci. 2008. V. 4, N 1. P. 1–15.

Fay M.F., Borland K., Strance P., Chase M.W. Phylogenetics of the genus *Tulipa* (Liliaceae): evidence from five plastid DNA regions // Conference Botany: Abst. Albuquerque, New Mexico. 2001. V. 1. P. 112.

Fay M.F., Chase M.W. Modern concepts of Liliaceae, with a focus on the relationships of *Fritillaria* // Curtis's Bot. Mag. 2000. V. 17. P. 146–149.

Fay M. F., Pires J. C., Devey D. et al. Phylogenetics of Liliales and Liliaceae based on combined molecular analyses // Abstract of the Fourth biennial meeting of the systematic Association. Dublin, 2001. P. 22.

Furness C.A., Gregory T., Rudall P.J. Pollen structure and diversity in Liliales // J. Plant Sci. 2015. V. 176, N 8. P. 697–723.

Handa K., Tsuji S.I., Tamura M.N. Pollen morphology of Japanese Asparagales and Liliales (Lilianae) // Abstracts of 10th International palynological congress. Nanjing, 2000. P. 59.

Huynh K.-L. Arrangement of some monosulcate, disulcate, trisulcate, dicolpate, and tricolpate pollen types in tetrads, and some aspects of evolution in the angiospermsin IK Ferguson // Muller J. (Ed.) The evolutionary significant of the exine. London: Academic Press, 1976. P. 101–124.

Kim J.-S., Hong J.-K., Chase M.W. et al. Familial relationships of the monocot order Liliales based on a molecular phylogenetic analysis using four plastid loci: MatK, rbcL, atpB and atpF-H // Bot. J. Linnean Soc. 2013. V. 172. P. 5–21.

Kosenko V.N. Contributions to the pollen morphology and taxonomy of the Liliaceae // Grana. 1999. V. 38. P. 20–30.

Pehlivan S., Özler H. Pollen morphology of some species of *Muscari* Miller (Liliaceae-Hyacinthaceae) from Turkey // Flora. 2003. V. 198. P. 200–210.

Patterson T.B., Givnish T.J. Phylogeny, concerted convergence, and phylogenetic niche conservatism in the core Liliales: Insights from rbcL and ndhF sequence data // Evolution. 2002. V. 56, N 2. P. 233–252.

Roth J.L., Walker W.J., Walker G. Pollen morphology and evolution of the lilialean complex // Amer. J. Bot. 1986. V. 73. P. 745.

Rudall P.J. Unique Floral Structures and Iterative Evolutionary Themes in Asparagales: Insights from a Morphological Cladistic Analysis // The Bot. Rev. 2002. V. 68, N 4. P. 488–509.

Rudall P.J. Apertures with Lids: Distribution and significance of operculate pollen in Monocotyledons // Int. J. Plant Sci. 2003. V. 164, N 6. P. 835–854.

Sen S. Cytotaxonomy of Liliales // Life Science. 2008. V. 86, N 5. P. 255-305.

Takahashi M. Pollen morphology in the genus *Erythronium* (Liliaceae) and its systematic implication // Am. J. Bot. 1987. V. 74. P. 1254–1262.

Takhtajan A. Flowering plants. Springer Netherlands, 2009. 871 p.

Tan D.Y., Zhang Z., Li X.R., Hong D.Y. *Amana kuocangshanica* (Liliaceae), a new species from south-east China // Bot. J. Linnean Soc. 2007. V. 154. P. 435–442.

APG IV. The Angiosperm Phylogeny Group, An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants, APG IV. TAP Group // Bot. J. Linnean Soc. 2016. V. 181, N 1. P. 1–20.

Xiong Z.-T., Chen S., Hong D., Luo Y. Pollen morphology and its evolutionary significance in *Hemerocallis* (Liliaceae) // Nordic J. Bot. 1998. V. 18. P. 183–189.

КОМПЛЕКСНОЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ И ПАЛЕОПЕДОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАННЕСРЕДНЕВЕКОВОГО ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА СРОСТКИ-І (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

М.В. Михаревич¹, В.Е. Приходько², А.А. Тишкин³

¹Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, miharevich@yandex.ru ²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, kpve00@mail.ru ³Алтайский государственный университет, Барнаул, tishkin210@mail.ru

COMPLEX PALYNOLOGICAL AND PALEOPEDOLOGICAL RECEACH OF THE EARLY MEDIEVAL GEO-ARCHEOLOGICAL OBJECT SROSTKI -I (ALTAI REGION)

M.V. Mikharevich¹, V.E. Prikhodko², A.A. Tishkin³

¹Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials, Novosibirsk ²Institute of Physical-Chemical and biological problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, Puschino ³Altai State University, Barnaul

Meadow-steppe landscapes has been restored on the border of Altai mountains and West Siberian plain during the warm and dry climatic interval of the early Middle ages on the basis of palynological and paleopedological analyses of buried soils. In the term of the Altay mountain's barrier effect, amount of summer precipitation was close to the modern one, reduction of winter rainfall caused deforestation. Anthropogenic factor of landscape transformation is assessed as the derivative one.

Key words: palynomorphs, buried soils, paleolandscapes.

Исследованиями последних лет выявлены различия показателей тепло- и влагообеспеченности периода средневекового оптимума, а также установлены расхождения в определении его хроноинтервала для различных районов. Аридные регионы Центральной Азии и Северо-Западного Китая характеризуются относительно сухими и теплыми условиями в интервале 650–950 л. н. (1000–1300 гг.), сменившимися более влажными условиями Малого Ледникового периода (Chen et al., 2010; Eichler et al., 2011; Chen et al., 2015). Противоположные климатические данные выявлены для Русского Алтая. На основе применения спорово-пыльцевого, диатомового и химического анализов образцов донных осадков озера Манжерок, расположенного в подтаежном лесостепном поясе северных предгорий Алтая, установлен переходный этап 1100–1200 л. н. изменения климата от теплого сухого в период 1200–1350 лет назад до холодного влажного в интервале 700–1100 лет назад (с сухим эпизодом в IX в.) (Blyakharchuk et al., 2017).

Объект исследования представлен раннесредневековым могильником Сростки-I – одним из крупнейших некрополей Алтая, относящимся ко второй половине IX – первой половине X вв. н.э. (Горбунов, Тишкин, 2014). Геоархеологический памятник расположен в правобережье нижнего течения р. Бия в так называемой переходной зоне Северного Алтая, на границе горно-складчатой области и предгорной равнины.

Привлекательность ландшафтов переходной зоны в значительной степени обусловлена сравнительно мягким климатом за счет действия барьерного эффекта, проявляющегося в сокращении годовых амплитуд температур, увеличении количества осадков. Зональные границы сгущены и приобретают субмеридиональное направление, повторяя кофигурацию горных массивов.

В районе исследования зональным является лесостепной ландшафт. Однако в настоящее время природные комплексы подверглись значительной антропогенной трансформации. Луговые степи водораздельной равнины и выположенные склоны прилегающих низкогорий, большей частью распаханы. На свободных от покровных суглинков каменистых участках развиваются сообщества сосны или петрофитные степи, в их составе отмечаются реликтовые элементы перегляциальных и пустынных сообществ. Большей частью также распаханы поверхности надпойменных террас р. Катунь. На ненарушенных участках наблюдаются березовые сообщества в сочетании с остепненными лугами, отдельными участками сохранились сосновые леса. На второй надпойменной террасе отмечаются виды, характерные для широколиственных лесов. Под пологом сосновых лесов на третьей и четвертой надпойменных террасах сохраняется таежная флора.

Современная ландшафтная структура поймы представляет собой чередование урочищ островов с ивовыми лесами, старичных понижений с переувлажненными лугами и фрагментов зрелой поймы с разнотравными лугами. Днища пойменных долин малых рек заняты травяными болотами в сочетании с древесно-кустарниковыми зарослями. Современные климатические условия благоприятствуют развитию березовых лесов в сочетании с остепненными лугами и луговыми степями. Осиново-березовые сообщества и разнотравно-злаковые степи развиваются на г. Пикет, выведенной из активной хозяйственной деятельности в силу своего культурного и исторического значения.

Отложения, вмещающие археологические находки средневековья представлены покровными суглинками поздненеоплейстоцен-голоценового возраста мощностью 2–4 м, залегающими на раннесредненеоплейстоценовых осадках краснодубровской свиты (рис. 2). Свойства лессовых почвообразующих пород, а также небольшие колебания высот на поверхности водораздела обусловили относительную однородность почвенного покрова участка археологического памятника.

Плакорное местоположение памятника определяет формирование палинологического комплекса ветровым переносом, фактор текучих вод исключается. В центральной части некрополя были отобраны образцы подкурганных и рецентных почв для палинологических и палеопедологических исследований.

Сравнение морфологических свойств погребенных и фоновой почв свидетельствует о небольшом их различии по глубине залегания карбонатов и мощности гумусового профиля. Реконструированное содержание C_{opr} в слое 0–50 см палеопочв приблизительно равно его количеству в фоновой почве, с учетом того, что за 1000 лет минерализовалось 50% гумуса, содержание C_{opr} в слое 0–10 см палеопочв составляет 2,37%, реконструированное – 5,7%, в фоновых почвах – 5,55%.



км 10 5 0 10 20 30 км

Рис. 1. Местонахождение археологического памятника Сростки-І

По сравнению с рецентным комплексом в спектрах подкурганных почв (образцы № 1–3) резко доминирует пыльца трав (90,6–94%). Доля семейства осоковых изменяется в пределах 11,4–23%, дикорастущих злаков – 3–9,4%. Несмотря на увеличивается роли представителей семейства маревых и полыни, а также появление пыльцы эфедры (*Ephedra* sp.), доминирует мезофитное и ксеромезофитное разнотравье. Представители семейства крапивных (Urticace-ae) и подорожник (*Plantago* sp.), виды-индикаторы нарушенных местообитаний, сохраняются на том же уровне, что и в рецентном спектре.

Полученные спектры свидетельствую о сокращении количества зимних осадков, ограничивающих развитие лесных сообществ (фактор весенней влагозарядки почв). В условиях действия барьерного эффекта количество летних осадков оставалось близким современным значениям, обуславливая доминирование мезофитных и ксеромезофитных луговых степей и суходольных лугов.

В связи с сокращением зимних осадков мелкие водоемы пересыхали, на их месте образовывались осоковые болота. В условиях пересыхания мелких водоемов летние пастбища концентрировались вдоль крупных и средних водотоков, вызывая локальную пастбищную дигрессию и связанную с ней ксерофитизацию растительного покрова. В зимний период незначительное количество снега благоприятствовало тебеневке, пастбищная нагрузка снижалась. Роль антропогенного фактора в трансформации ландшафтов оценивается как вторичная.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 17-05-01151.



Рис. 2. Схематичный разрез четвертичных отложений окрестностей г. Пикет

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горбунов В.В., Тишкин А.А. Курганный могильник Сростки-I: история изучения и современные исследования // Изв. Алтайского ун-та. 2014. № 4-2(84). С. 54–67.

Blyakharchuk T., Eirikh A., Mitrofanova E., Li H.C., Kang S.C. High resolution palaeoecological records for climatic and environmental changes during the last 1350 years from Manzherok Lake, western foothills of the Altai Mountains, Russia // Quaternary Intern. 2017. V 30. P. 1–16.

Chen F.H., Chen J.H., Holmes J. et al. Moisture changes over the last millennium in arid central Asia: a review, synthesis and comparison with monsoon region // Quaternary Sci. Rev. 2010. V. 29. P. 1055–1068.

Chen J.H., Chen F.H., Feng S. et al. Hydroclimatic changes in China and surroundings during the medieval climate anomaly and Little ice age: spatial patterns and possible mechanisms // Quaternary Sci Rev. 2015. V. 107. P. 98–111.

Eichler A., Tinner W., Brütsch S. et al. An ice-core based history of Siberian forest fires since AD 1250 // Quaternary Sci. Rev. 2011. V. 30. P. 1027–1034.

	Рецентный Спектры полкурганных почв				
Таксоны	спектр	пектр			
	Образцы				
	11	1	2	3	
Споры мхов и папоротников	6,6	4,3	3,6	1,5	
Bryales	33,3	90	100	100	
Polypodiaceae	33,3				
Botrychium lunaria (L.) Sw	20				
Ophioglossum vulgatum Sumnev	6,6				
Diphrasiastrum complanatum (L.) Holub	6,6				
Selaginella rupestris L. (Spring)		10			
Пыльца деревьев и кустарников	32	5,1	1,2	3,9	
Pinaceae	1,4				
Pinus sp.	18				
Pinus sibirica Du Tour	19,2	13,3		8,3	
Pinus sylvestris L.	23,3	17,2	15	8,3	
Salix sp.	15	17,2	33,3	41,6	
Betula sect Albae	20,5	33,3	33,3	16,6	
Betula sp.		17,2	15	25,2	
<i>Hippophae</i> sp.	2,8				
Пыльца трав	61	90,6	95,1	94	
Ephedra sp.		0,4			
Poaceae	10	3,1	8	9,4	
Cyperaceae	13	23	11,4	13,9	
Urticaceae	5,7	2,3	1,7	1,2	
Polygonaceae	1,4	0,9		0,8	
Rumex sp.		0,4			
Polygonum aviculare L.			0,4		
Chenopodiaceae	9,3	10	29,9	26,2	
Caryophyllaceae	7,8	3,5	0,8	0,8	
Ranunculaceae	1,8		3,4		
Ranunculus sp.	2,8	5,4		3,7	
Thalictrum sp.	1,1	1,3	0,8		
Brassicaceae	0,7	0,9	0,4	1,6	
Rosaceae	2,1		1,2		
Fabaceae	0,7				
Geraniaceae	1,4				
Hypericum sp.	2,1				
Apiaceae	1,4	0,4		1,2	
Primulaceae	1,8		0,8		
Lamiaceae	0,4				
Plantago sp.	5	7,2	2,9	4	
Campanulaceae	1,8		0,4		
Asteraceae	7	1.8	3,3	11	
Artemisia sp.	6,4	18,5	19,8	14,8	
неопределенное разнотравье	15,2	17,3	13,2	9,7	

Таблица 1. Пыльцевые спектры, полученные из отложений археологического памятника Сростки-I и Сросткинской палеолитической стоянки

УСЛОВИЯ В АРКТИКЕ ПО МИКРОФОССИЛИЯМ ИЗ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКОВ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

О.Д. Найдина¹, Х.А. Баух²

¹Геологический институт РАН, Москва, onaidina@gmail.com ²ГЕОМАР, Киль, ФРГ

CONDITIONS IN THE ARCTIC ON MIKROFOSSILIYAN FROM HOLOCENE SEDIMENTS OF THE LAPTEV SEA

O.D. NAIDINA¹, H.A. BAUCH²

¹Geological institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ²GEOMAR, Kiel, Germany

The comparison between the results of comprehensive micropaleontological analysis (pollen, spores, foraminifera, and ostracods) and those of radiocarbon dating (AMS¹⁴C) for the sediments of the eastern shelf of the Laptev Sea indicates that considerable changes in natural conditions in the sea and on land coincide in time and refer to the time period of 1500–1700 years B.P. This period is characterized by changes in microfossils: appearance of thermophilic pollen and planktonic foraminifera and increase in total number of benthic foraminifera and ostracods. Intense warming and humidification of the climate reconstructed for this 200-year period promoted the expansion of large-shrub tundra. It has been found that climate warming on the coast in this period was synchronous to the advection of Atlantic waters into the Laptev Sea.

Key words: pollen, foraminifera, ostracods, Late Holocene climate, Arctic shelf sediments.

На рубеже 20 и 21 веков появились первые результаты многодисциплинарных исследований донных осадков шельфовых морей Северного Ледовитого океана, полученные по различным микрофоссилиям. Полярные морские экспедиции и комплексное микропалеонтологическое исследование осадков моря Лаптевых позволили получить и частично опубликовать новые данные по изменению природной среды на шельфе и прилегающей территории Восточно-Сибирской Арктики (Баух и др., 2009). Ряд первых публикаций по спорово-пыльцевому анализу донных осадков позволил наметить лишь основные тренды изменений природных условий региона в послеледниковье (Bauch et al., 2001; Naidina, Bauch, 2001, 2011; Найдина, 2006; 2013). Эволюция природной среды в регионе моря Лаптевых детально пока не восстановлена (Лаврушин, 2007; Левитан и др., 2009).

Море Лаптевых и прилегающая часть суши расположены в наиболее экстремальном по физико-географическим условиям полярном районе Земли. Регион находится вблизи Оймякона, известного резко континентальными климатическими условиями. В море Лаптевых из-за сильного опреснения и притока речных вод накапливается основная масса паковых льдов Северного Ледовитого океана. Здесь формируются трансполярный дрифт льдов на запад, определяющий климат всей Северной Евразии. Цель первой российско-германской экспедиции в море Лаптевых, по материалам которой подготовлено данное сообщение, – изучение природной среды Арктики в связи с прогнозированием возможных глобальных изменений климата.

Основой для спорово-пыльцевого и микрофаунистического анализов послужили пробы из субрецентных и позднеголоценовых осадков, полученные при бурении на восточном внутреннем шельфе моря Лаптевых. Керн колонки, пробуренной к юго-востоку от о. Бельковский, состоит из темно-серых алевритистых тонкослоистых глин, которые по радиоуглеродным данным (Bauch et al., 1996) накапливались в течение последних 2300 лет. Абсолютный возраст осадков установлен методом аксельраторной масс-спектрометрии (AMS ¹⁴C) по биогенному кальциту раковин фораминифер, остракод и двустворчатых моллюсков. Отбор образцов керна колонки длиной 129 см проводили с интервалом в 5 см. Отобранные пробы замораживались, высушивались в вакууме и взвешивались. Образцы для микрофаунистического анализа промывались через сито. Извлечение пыльцы и спор из образцов осуществляли при центрифугировании осадка с фтористо-водородной (HF) кислотой. Исследование микрофауны проводилось под бинокуляром. Определение палиноморф осуществлялось на световом микроскопе при увеличении x400 и x1000. Для уточнения видовых определений привлекались результаты СЭМ-анализа некоторых пыльцевых зерен.

Методом спорово-пыльцевого анализа установлено, что в субрецентных пробах, отобранных по всей акватории моря Лаптевых, присутствует пыльца сосны (рис. 1). В связи с широким ареалом сосны обыкновенной данный вид характеризуется весьма значительным количеством экотипов и названий-синонимов. В систематике используются лишь три подвида сосны обыкновенной, пыльца которых в поле зрения светового микроскопа одинакова. По данным СЭМ выявлено, что среди пыльцы хвойных деревьев из осадков моря Лаптевых преобладает пыльца кедрового стланика *Pinus pumila* (Pall.) Regel (Найдина, 2014). Кедровый стланик широко распространен в горах Северо-Восточной Азии (Романов, 2016). Очевидно, пыльца этой стланиковой сосны принесена в море Лаптевых эоловым и водным путями из зарослей стланика на гольцах Верхоянья.

В пробах керна колонки присутствует пыльца пихты, ели, сосны, лиственницы, ивы и березы. Среди локальных тундровых растений в спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца Сурегасеае, присутствуют пыльцевые зерна Poaceae, Ericaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Umbelliferae, Rosaceae, Saxifragaceae. Количество спор незначительно. На спорово-пыльцевой диаграмме выделены пять пыльцевых зон, отражающих фазы в развитии растительности.

На протяжении позднего голоцена регион моря Лаптевых находился в пределах единой тундровой зоны. Смены формаций тундровой растительности происходили не менее пяти раз. Установлено, что при потеплении распространялись крупнокустарниковые тундры с ольховником. Палинологические данные свидетельствуют, что с 1800 лет назад и почти до 300 лет назад июльские температуры воздуха превышали современные температурные по-казатели. В климатический оптимум раннего голоцена июльский температурный фон был выше (Naidina, Bauch, 2011; Найдина, 2013), чем в позднем голоцене.



Рис. 1. Пыльцевое зерно Pinus из осадков моря Лаптевых в поле зрения светового микроскопа (х400)

Сравнение результатов спорово-пыльцевого, микрофаунистического анализов и радиоуглеродного AMS-датирования керна изученной колонки показывает, что кардинальные изменения на море и на суше происходили с 1500 по 1700 лет назад. В этом диапазоне времени наблюдается максимальное разнообразие в составе микрофоссилий: появление пыльцы липы – термофильной древесной породы, и планктонных фораминифер, а также возрастание общего количества бентосных фораминифер и остракод. Предполагается, что термофильная пыльца проникла в море Лаптевых вместе с атлантическими течениями.

Судя по таксономическому составу микрофауны и появлению термофильной пыльцы, вторжение теплых атлантических вод продолжалось на протяжении 200 лет. В это время повышались температурный фон и количество атмосферных осадков. В результате потепления на побережье распространялась растительность крупнокустарниковых тундр с ольховником.

Таксономический состав микрофауны свидетельствует о развитии в течение последних 2300 лет на шельфе эстуарного опресненного бассейна с сильным влиянием речного стока и эпизодическим проникновением вод из Атлантики. Установлено, что кратковременное вторжение атлантических течений приводило к потеплению и эволюции природной среды Арктики.

Работа выполнена по теме государственного задания № 0135-2015-0034 ГИН РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баух Х.А., Кассенс Х., Тиде Й. Процессы природных трансформаций на северо-евразийском шельфе со времени последнего оледенения // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: современное состояние и история развития. Ред. Кассенс Х., Лисицын А.П., Тиде Й. и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 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. Геол. корреляция. 2006. Т. 4, № 3. С. 331–340.

Найдина О.Д. Природные условия северо-восточного региона моря Лаптевых в раннем послеледниковье // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21, № 4. С. 124–136.

Найдина О.Д. Пыльца из послеледниковых осадков моря Лаптевых как биоиндикатор // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22, № 3. С. 115–124.

Романов А.А. Природа гор Северной Евразии. Русское общество сохранения и изучения птиц имени М.А. Мензбира. М.: Изд-во РОСИП, 2016. 96 с.

Bauch H.A., Heinemeier J., Grootes P.M. Radiocarbon (AMS¹⁴C) ages of sediments from the Laptev Sea // Proc. 3rd Workshop on Russ.-German. Cooper.: Laptev Sea System. Terra Nostra. 1996. V. 96/9.

Bauch H.A., Kassens H., Naidina O.D. Kunz-Pirrung M., Thiede J. Composition and Flux of Holocene sediments on the Eastern Laptev Sea Shelf, Arctic Siberia // Quaternary Res. 2001. V. 55, N 3. P. 344–351.

Naidina O.D., Bauch H.A. A Holocene pollen record from the Laptev Sea shelf, northern Yakutia // Global Planet. Change. 2001. V. 31. P. 141–153.

Naidina O.D., Bauch H.A. Early to middle Holocene pollen record from the Laptev Sea (Arctic Siberia) // Quaternary Int. 2011. V. 229. P. 84–88.

РЕКОНСТРУКЦИЯ РАЗВИТИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ОЗЕРНОГО ГЕНЕЗИСА В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА МАЛОГО ОЛЕНЬЕГО

Т.В. Напреенко-Дорохова^{1,2}, М.Г. Напреенко^{1,2}

1Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, tnapdor@gmail.com 2Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, maxnapr@gmail.com

FORMATION OF THE MIRE ECOSYSTEMS OF LACUSTRINE GENESIS IN THE KALININGRAD REGION BASED ON PALAEOBOTANICAL RESEARCH OF THE MALOYE OLENYE LAKE DEPOSITS

T.V. NAPREENKO-DOROKHOVA^{1,2}, M.G. NAPREENKO^{1,2}

¹Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow ²Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

Based on the analysis of peat macroremnants, pollen analysis and radiocarbon dating an evolution of the terrestrializing lake was reconstructed in the Kaliningrad Region. The period of gyttja accumulation is referred to the beginning of the Holocene (\approx 10000-8000 cal.BP). The mire formation interval was not recorded due to a long-term non-depositional hiatus. The existing buoyant mat formed during last 1600 years showing a non-typical peat sequence (raised bog peat underlying fen deposits).

Key words: Baltic Region, palaeogeography, botanical composition of peat, palynology, Holocene.

Болотные экосистемы озерного происхождения являются достаточно редким и малоизученным элементом ландшафта на территории Калининградской области, при этом выяснение особенностей их формирования может внести вклад в представление о развитии природных условий в Юго-Восточной Балтике в послеледниковое время.

Авторами было выполнено исследование экосистемы заболачивающегося озера Малого Оленьего, расположенной в центральной части Калининградской области (рис. 1) и представляющей собой переходное состояние между болотом и озером за счет сплавинного зарастания.

В наиболее развитой части сплавины озерно-болотной системы (54,56646° с.ш.; 21,70-243° в.д.) было проведено бурение торфяной залежи с целью отбора образцов торфа и донных отложений на ботанический, спорово-пыльцевой и радиоуглеродный анализы. Большинство проб в бурильной колонке отбиралось через каждые 10 см, за исключением мест, представлявших особый интерес, где пробы отбирались через 5 сантиметров. Для каждой пробы была определена степень разложения, с помощью микроскопического метода и метода промывки (Пьявченко, 1963). После проводился анализ ботанического состава торфа, согласно общепринятым подходам (Короткина, 1939).

По материалам данного анализа была составлена схема стратиграфического строения озера Малого Оленьего (рис. 2). Обработка проб для приготовления препаратов пыльцы и спор осуществлялась по методу Фэгри-Иверсена (Faegri, Iversen, 1989). Подсчет количества пыльцы и спор в препарате велся до суммы пыльцы древесных растений не менее 300 зерен. На основе данных палинологического анализа была построена спорово-пыльцевая диаграмма (рис. 3) с использованием программы C2 (Juggins, 2014). Процентное содержание таксонов высчитывалось от общей суммы пыльцы и спор растений. Абсолютный возраст осадков определялся радиоуглеродным методом (по содержанию в осадках ¹⁴C) в лаборатории радиоуглеродного датирования Института географии РАН (г. Москва, лабораторный индекс «ИГАН»).

Структура торфяной залежи и ботанический состав торфов. Озеро Малое Оленье залегает в замкнутой котловине глубиной 10,5 м, дно ее выстлано озерно-ледниковыми глинами, над слоем глин мощный слой сапропеля (рис. 2).

Торфяная залежь заболоченной части озера Малого Оленьего представляет собой мощную сплавину, окаймляющую озеро широкой полосой по всему периметру. Мощность сплавины достигает 3,5–4 м. Между торфяной залежью и сапропелем находится слой водной толщи 3–5 м с разжиженным торфом (рис. 2). Ближе к центру озера сплавина обрывается и переходит в открытую водную поверхность, под которой на глубине 80–150 см также находится торфяная залежь, представляющая, по-видимому, опустившуюся под воду центральную часть сплавины.

Особенностью торфяной залежи заболоченной части озера Малого Оленьего является полное отсутствие низинных торфов. Вся залежь четко делится на верховую и переходную части. Обе они составлены большей частью сфагновыми торфами, но видовой состав сфагнов-торфообразователей различен. Примечательно, что верховые торфа слагают нижние две трети сплавины (глубины 120–350 см), а сверху они перекрыты маломощным переходным слоем (рис. 2). Такая структура залежи отличается от обычного порядка смены торфов разных типов.

Особенности развития фитоценозов озера Малого Оленьего. Образование котловины озера произошло, вероятно, во время Среднелитовской фазовой остановки ледникового щита Валдайского оледенения, т.е. предположительно 13,5–13,8 тыс. лет назад (Гудялис, 1974; Uścinowicz, 1999; Raukas et al., 2010; Guobytė, Satkūnas, 2011; Bitinas, 2012; Lasberg, Kalm, 2013). Именно в этом районе проводится предполагаемая граница дистальной доли ледникового щита в Среднелитовской фазе (Калининградская ..., 1969; Raukas et al., 2010).

Данная граница совпадает с границей Копенгагенской фазы в работах немецких авторов (Die nordischen ..., 1980; Semmel, 1996), именуемой также как «Северорюгенский надвиг» (Nordrügener Vorstoß) и представлявший, по мнению упомянутых авторов, последнее в ходе общей дегляциации наступление ледника. Вполне возможно, это являлось отражением процесса т.н. «ледниковых рывков» (glacial surges), согласно выдвинутой концепции А. Битинаса (Bitinas, 2012). Описанные им явления оставляли впоследствии как моренные, так и озерно-ледниковые формы рельефа.

На основании имеющихся датировок калиброванного радиоуглеродного возраста, данных спорово-пыльцевого анализа, анализа ботанического состава торфов заболоченной части озера Малого Оленьего и, учитывая его общее стратиграфическое положение, развитие данного природного комплекса в целом видится следующим образом.

Позднеледниковье. Образовавшееся после отступления ледника озеро Малое Оленье залегало в небольшой, но глубокой котловине (8–10 м) и представляло собой олиготрофный водоем. В течение всего послеледниковья, от момента формирования водоема (13,5–13,8 тыс. лет назад) до начала бореала в осадконакоплении предположительно преобладал терригенный снос материала. Формирование подобных озер с крайне незначительным органогенным осадконакоплением вдоль границы Среднелитовской фазы остановки отмечено как характерная черта в соседней Литве (Guobytė, Satkūnas, 2011).

Первые слои, содержащие органогенные осадки (глининстые сапропели) в озере Малом Оленьем на глубине 10,4 м имеют возраст 9750 кал. лет назад, соответствующий первой половине бореального периода, что позволяет сделать вывод о преимущественно аллохтонном осадконакоплении в озере на протяжении первых 4 тыс. лет его существования в условиях холодного климата и низкой биопродуктивности.

В раннем и начале среднего голоцена происходило накопление мощных слоев сапропелей, что было в целом характерно для болот Европы того периода (Сукачев, 1926; Ниценко, 1967; Пьявченко, 1985). Очевидно, потепление климата в пребореале и бореале, способствовало развитию микрофитных сообществ в данном водоеме. Это подтверждается значительным содержанием остатков водоросли Pediastrum boryanum в пробах сапропелей и самых верхних слоев глин из озера Малого Оленьего (рис. 3).

Верхние слои сапропелей на глубине 7,8 м датированы возрастом 8075 кал. лет назад, т.е. скорость осадконакопления в озере в период 10000–8000 кал. лет назад составляла в среднем 1,3 мм в год, что свидетельствует о значительно более высокой биологической продуктивности водоема с конца пребореала до начала атлантики, хотя, и в условиях отсутствия или слабого развития макрофитной растительности.

Значительный перерыв в осадконакоплении не позволяет проследить ход развития биоценозов озера в среднем и начале позднего голоцена. Отложения сапропелей раннего голоцена отделены от торфяных слоев надводной сплавины озера Малого Оленьего более чем четырехметровой толщей воды.



Рис. 1. Схема ландшафтных районов Калининградской области (География ..., 2008) и расположения объекта исследования озера Малого Оленьего: 1 – холмисто-моренные ландшафты, 2 – моренные равнины, 3 – озерно-ледниковые равнины, 4 – древнеаллювиально-флювиогляциальные равнины, 5 – современные аллювиальные равнины, 6 – дельтовые низменности, 7 – эоловые ландшафты



Рис. 2. Схема стратиграфического строения озера Малого Оленьего: 1 – переходный (сфагново-пушицевый торф), 2 – верховой сфагновый торф, 3 – сапропель, 4 – озерно-ледниковая глина, 5 – водная толща, 6 – буровая скважина

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма озера Малого Оленьего: 1 – переходный торф, 2 – верховой сфагновый торф, 3 – сапропель, 4 – водная толща, 5 – озерно-ледниковая глина

Поздний голоцен. Начало формирования надводной сплавины на озере Малом Оленьем относится к позднему голоцену к середине субатлантического периода. Нижняя часть сплавины на глубине 3,5 м датирована возрастом 1645 кал. лет назад. Примечательно, что озеро при этом сохраняло олиготрофный характер. В пользу этого факта свидетельствует начало образования сплавины непосредственно из олиготрофных видов растений и отложение в сплавине верховых видов торфа. Остатки растений низинных болот не были обнаружены ни в нижней половине сплавины, ни в сапропелевых отложениях на дне водоема. Таким образом, на образовавшейся сплавине довольно быстро развивались сообщества верхового болота с господством Sphagnum fuscum. Быстрый рост таких сообществ, согласно нашим предыдущим исследованиям (Напреенко-Дорохова, Напреенко, 2015), происходил и на других болотах региона, чему способствовала общая климатическая обстановка субатланти-ки (Ниценко, 1967; Пьявченко, 1985). Столь интенсивный рост фитоценозов с господством *Sphagnum fuscum* в моховом ярусе, привел к зарастанию большей части поверхности озера (погруженная под воду сплавина обнаружена нами в центральных частях озера Малого Оленьего с открытым ныне водным зеркалом).

Историческое время. Начиная с глубины 1,2 м, верховые торфа с господством *Sphagпит fuscum* довольно резко сменяются переходными с преобладание мезотрофных видов сфагнов и *Eriophorum polystachyon* (составляющих основу нынешней растительности сплавины), что свидетельствует о существенном изменении характера растительных сообществ, формировавших сплавину.

Такое развитие надводной сплавины озера Малого Оленьего должно было быть связано со значительным повышением уровня воды в водоеме, причины которого окончательно не ясны. Судя по спорово-пыльцевой диаграмме, события эти происходили в конце субатлантического периода, когда на данной территории уже четко фиксируются следы хозяйственной деятельности человека (рис. 3). Радиоуглеродные датировки проб, взятых на глубине 80 см, показывают, что возраст их современный. Анализ довоенных топографических карт (Karte ..., 1893; Topographische ..., 1922) и исторической информации (<u>Ostpreußen</u> ..., 2011) показывает, что ключевым моментом, очевидно, является 1871 год, когда вблизи озера Малого Оленьего пролегла железнодорожная линия Инстербург-Коршен. Строительство насыпи, вероятно, сыграло роль подпруживающего фактора, вызвавшего изменение уровня воды в озере, затопление имевшейся сплавины и отмирание растительного покрова на ней, что, в свою очередь, должно было повлиять на увеличение трофности воды.

Существенные изменения экологических свойств воды способствовали, по-видимому, началу повторного развития сплавины от берега водоема, в первую очередь, в юго-западной части, но уже в условиях большей трофности. Именно этим, на наш взгляд, объясняется образование слоев переходных торфов над верховыми, чего в ходе обычного, классического развития верхового торфяника не происходит.

Процесс развития вторичной сплавины происходил также достаточно быстрыми темпами. В верхней части сплавины были отмечены остатки характерных для торфяных отложений мелких беспозвоночных корненожек (*Arcella* sp.), типичных для условий кочек, и коловраток (*Callidina*), типичных для мочажин (Steinecke, 1927, 1929), что говорит о начале формирования микрорельефа уже на новой сплавине. Участие *Sphagnum fuscum* в составе современного растительного покрова сплавины (в настоящее время пока незначительное) позволяет говорить о развитии растительности здесь в направлении постепенной смены переходного болота верховым, т.е. восстановления прежнего характера растительности сплавины до ее предполагаемого затопления.

Определения калиброванного возраста из разных частей сплавины позволили определить скорость болотообразовательного процесса в надводной сплавине озера Малого Оленьего. Интенсивность торфонакопления в сплавине была достаточно высока в середине субатлантики 1,9 мм в год, несколько снизившись к настоящему времени, до 1–1,2 мм в год.

Полевые работы и палинологический анализ выполнены в рамках гос. задания ИО РАН (тема № 0149-2018-0012), анализ ботанического состава торфа за счет средств субсидии, выделенной на реализацию Программы повышения конкурентоспособности БФУ им. И. Канта, интерпретация и обобщение данных **при поддержке гранта РНФ 18-77-10016**.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

География Янтарного края России / под ред. В.В. Орленка. Калининград: Янтарный сказ, 2008. 415 с.

Грибова С.А., Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с. Гудялис В. Схема палеогеографического развития Прибалтики в поздне-послеледниковое время. 1974.

Беренбейм Д.Я., Брюханов Д.А., Ваулина В.Д. и др. Калининградская область. Очерки природы. Калининград: Кн. изд-во, 1969. 208 с.

Короткина М.Я. Ботанический анализ торфа // Методы исследования торфяных болот (ред. М.И. Нейштадт). М.: Народный комиссариат земледелия РСФСР, 1939. Ч. 2. С. 5–59.

Напреенко-Дорохова Т.В., Напреенко М.Г. Развитие природного комплекса Целау (по данным строения торфяной залежи) // Вестн. Балтийского федерального ун-та им. И. Канта. Вып. 1: Сер. Естественные науки. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2015. С. 50–64.

Ниценко А.А. Краткий курс болотоведения. М.: Высшая школа, 1967. 148 с.

Пьявченко Н.И. Степень разложения торфа и методы ее определения. Красноярск: Красноярский рабочий, 1963. 55 с.

Пьявченко Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. М.: Наука, 1985. 152 с.

Сукачев В.Н. Болота, их образование, развитие и свойства. Л.: Изд-во Ленингр. лесного ин-та, 1926. 163 с.

Bitinas A. New insights into the last deglaciation of the south-eastern flank of the Scandinavian Ice Sheet // Quaternary Sci. Rev. 2012. V. 44. P. 69–80.

Die nordischen Vereisungen in Mitteleuropa. Karte. Frankfurt am Main: Inst. f. ang. Geod., 1980.

Guobytė R., Satkūnas J. Pleistocene glaciations in Lithuania // Developments in Quaternary Sci. 2011. V. 15. P. 231–246.

Faegri K., Iversen J. Textbook of Pollen Analysis. The Blackburn Press, 1989. 328 p.

Juggins S. C2 Version 1.7.6. [Electronic resource]. 2014. Mode of access: https://www.staff.ncl.ac.uk/stephen. juggins/software/C2Home.htm

Karte des Deutschen Reiches. Blatt 5820052c: Norkitten. 1893.

Lasberg K., Kalm V. Chronology of late Weichselian glaciation in the western part of the East European Plain // Boreas. 2013. 10.1111/bor.12016.

Ostpreußen. Orte/Infos [Electronic resource]. 2011. Mode of access: http://www.ostpreussen.net/ostpreussen/orte. php.

Raukas A., Stankowski W., Zelčs V., Šinkunas P. Chronology of the last deglatiation in the South-Eastern Baltic region on the basis of recent OSL dates // Geochronometria, 2010. V.36. P. 47–54.

Semmel A. Geomorphologie der Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart: Steiner, 1996.

Steinecke F. Leitformen und Leitfossilien des Zehlaubruches // Botanisches Archiv: Zeitschrift für der gesamte Botanik und ihre Grenzgebiete. 1927. Bd. 20, H. 5–6. S. 327–344.

Steinecke F. Die Nekrozönosen des Zehlaubruches // Schriften der Phys.-ökon. Gesellschaft zu Königsberg i. Pr., 1929. Bd. 66, H.1. S. 194–214.

Topographische Karte der deutschen Ostgebiete 1: 25 000. Meßtischblatt1496 Jänichen. 1922.

Uścinowicz S. Southern Baltic area during the last deglaciation // Geol. Quarterly. 1999. V. 43, N 2. P. 137-148.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА РУБСКОЕ (ИВАНОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Г.Р. Нигаматзянова, Л.А. Фролова, А.Г. Кадыров, Д.К. Нургалиев

Казанский федеральный университет, Казань, gulnaraniga@mail.ru

PRELIMINARY RESULTS OF SPORE-POLLEN ANALYSIS OF BOTTOM SEDIMENTS OF LAKE RUBSKOYE (IVANOVO REGIO)

G.R. NIGAMATZYANOVA, L.A. FROLOVA, A.G. KADUROV, D.K. NURGALIEV Kazan Federal University, Kazan

An environmental reconstruction of vegetation and climate was inferred from pollen records of Lake Rubskoe (Ivanovo region, central Russia). The reconstruction suggests a general prevalence of pollen of broad-leaved trees. The results suggest a relatively cold period associated with the lower part of studied interval (500–400 cm) followed by a warmer period (400–160 cm). Climate conditions similar to modern ones were reconstructed for the period of accumulation of the last horizons of sediments (160–50 cm).

Key words: palynology, sediments, Lake Rubskoe.

Донные отложения озер могут служить надежными показателями климатических изменений в прошлом (Палеоэкология, 2016; Frolova, 2017). Особое значение среди фоссилий, позволяющих реконстуировать палеообстановки по материалам из донных отложений, занимают пыльца и споры (Rudaya et al., 2012). Палинологические данные позволяют воссоздать детальную картину смены условий в окрестностях озера (Фролова, 2011). В данной статье представлены предварительные результаты палинологического анализа колонки донных отложений озера Рубское (56°43,550' с.ш., 40°36,850' в.д.), которое является крупнейшим водоемом в Ивановской области (Сластенов, Марков, 2010) (рис. 1).

Колонка № 4 донных отложений оз. Рубское длиной 498 см была отобрана в 2015 г. сотрудниками лаборатории «Палеомагнетизм» с применением специализированного гидравлического пробоотборника. Для палинологического анализа использованы 23 пробы данного керна, отобранные с шагом в 10 см. Химическую пробоподготовку производили в научно-исследовательской лаборатории Института геологии и нефтегазовых технологий «Палеоклиматология, палеоэкология, палеомагнетизм» с применением сепарационного метода Гричука (Пыльцевой анализ, 1950). Микроскопирование проводилось с использованием светового микроскопа Zeiss (AxioImager A2) при 400-кратном увеличении. Для статистической достоверности в каждой пробе подсчитывалось не менее 300 пыльцевых зерен. Для определения таксономической принадлежности пыльцы и спор были использованы специализированные определители (Куприянова, Алешина, 1972; Reille, 1992, 1995). Процентное соотношение пыльцевых таксонов в каждой пробе рассчитывалось от суммы всех пыльцевых зерен. Спорово-пыльцевая диаграмма построена в программе Tilia/TiliaGraph (Grimm, 2004). Оценка возраста образцов донных отложений озера проводилась путем измерения содержания радиоактивного изотопа углерода¹⁴С в Институте физики элементарных частиц Федерального Технологического Университета Швейцарии, г. Цюрих.

Согласно результатам оценки, возраст образцов донных отложений датируется 13–1,9 тыс. лет назад. Всего в донных отложениях озера было идентифицировано 28 таксонов, из них 14 – древесных пород, 12 – травянистых растений и 2 – споровых. Большая часть пыльцевого спектра характеризуется преобладанием пыльцы древесных пород (*Betula pendula* Roth, *Pinus sylvestris* L.), процентное содержание достигало 90% (рис. 2). Содержание пыльцы *Betula pendula* варьировало в пределах от 24 до 84%. Пыльца *Pinus sylvestris* встречена во многих образцах, ее доля составляла 0–52%. Пыльцевые зерна *Tilia* L. и *Picea* Mill. присутствовали в пробах верхней части колонки, их доля не превышала 10 и 5% соответственно. Пыльца *Corylus* L. была представлена во многих образцах в небольшом количестве – до 4%. Из кустарниковых пород в большинстве образцов отмечена пыльца *Alnaster* с процентным содержанием до 9%, причем содержание ее увеличивается в верхней части колонки. Пыльца трав была представлена в основном *Artemisia* L. и Chenopodiaceae,



Рис. 1. Карта озера Рубское. № 4 – место отбора колонки (56°43,527' с.ш., 40°36,394' в.д.)

процентное содержание которых в отложениях менялось от 1 до 47% и от 0 до 10% соответственно. Представителями споровых растений в спектре являются *Sphagnum* L. (до 9%) и Polypodiaceae (до 1%).

Высокое содержание пыльцы древесных растений, в составе которых доминирует пыльца березы, предполагает преобладание в бассейне озера смешанных лесов со значительным участием *Betula pendula*, *Pinus sylvestris* и присутствием *Alnaster*, которые в настоящее время распространены в районе оз. Рубское (Водные объекты..., 2013). Верхняя часть колонки отложений (глубины 50–160 см) характеризуется высокими концентрациями пыльцы. Содержание пыльцы деревьев и кустарников составляло 74–94 %, пыльцы трав – 4–5%. Наличие спор сфагнума в образцах верхней части колонки (3–7%) указывает на влажный климат, господствовавший во время закладки данного отрезка колонки. Это указывает на развитие сфагновых болот, расположенных в настоящее время на западном и восточном берегах озера (Водные объекты..., 2013).

В образцах колонки на глубинах 160–400 см отмечено увеличение содержания пыльцы древесных и кустарниковых пород до 98%, а также травянистых растений (5–20%). Содержание пыльцы сфагнума в данных образцах возросло до 9%. Высокие концентрации пыльцы древесных и кустарниковых пород в отложениях предполагают теплый и влажный климат. Основываясь на исследованиях других авторов (Величко, 1973; Хотинский, 1973; Палеоклиматы..., 2009), можно предположить, что отложения данного отрезка колонки закладывались в климатический оптимум голоцена. Ситуация в нижней части колонки (глубины 400–500 см) иная: пыльцевой спектр характеризуется преобладанием трав, процентное содержание которых достигало 60%. Пыльца *Artemisia* в нижних образцах колонки отмечена в большом количестве, ее процентное содержание достигало 55%. Содержание пыльцевых зерен Chenopodiaceae также увеличилось. Впервые отмечены на данных глубинах колонки пыльца Brassiaceae и Ericaceae из травянистых растений и *Podocarpus* Labill, *Tsuga* (Endl.) Carrière из древесных пород. Содержание пыльцы березы сократилось до 25%. Исчезает из палиноспектра пыльца *Pinus sylvestris, Sphagnum*.



Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма колонки № 4 озера Рубское

Преобладание аридной растительности над древесной в этом отрезке колонки указывает на более сухой и холодный климат. Время формирования данной толщи относится к позднему плейстоцену. Согласно литературным данным (Величко, 1973; Хотинский, 1973), этот период является последней фазой последнего оледенения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №18-05-00406 A), а также за счет средств, выделенных Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. М.: Наука, 1973. 256 с.

Водные объекты, расположенные на особо охраняемых природных территориях Ивановской области. Вып. 1: Озера: Валдайское, Высоковское, Серковское, Красный Остров, Рубское, Святое, болото Ламненское,

Уводьское водохранилище / Е. А. Борисова [и др.]; науч. ред. Е. А. Борисова. Иваново: ПресСто, 2013. 88 с.

Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца и споры растений флоры СССР. Т. 1. Л.: Наука, 1972. 171 с.

Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейтоцен – голоцен. Атлас-монография / под ред. А.А. Величко. М., 2009.120 с.

Палеоэкология. Методологические основы палеоэкологии: учебно-методическое пособие. Якутск: Издательский дом Северо-Восточного федерального университета, 2016. 84 с.

Пыльцевой анализ / Под ред. И.М. Покровской. М.: Госгеолиздат, 1950. 570 с.

Сластенов Ю.Л., Марков Д.С. Геология Ивановской области. Шуя: Издательство ГОУ ВПО «ШГПУ», 2010. 136 с.

Фролова Л.А. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera LATREILLE, 1829, Branchiopoda, Crustacea) в палеоэкологических исследованиях // Методические подходы к использованию биологических индикаторов в палеоэкологии / науч. ред Л.Б. Назарова. Казань: Казан. ун-т, 2011. С. 52–88.

Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. Опыт трансконтинентальной корреляции этапов развития растительности и климата. К X Конгрессу INQUA (Великобритания, 1977). М.: Наука, 1973. 200 с.

Frolova L.A. Cladocera from bottom deposits as an indicator of changes in climate and ecological conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. V. 107, N 1. No 012084. DOI: 10.1088/1755-13-15/107/1/012084.

Grimm E.C. TG View 2.0.2 (Software). Illinois State Museum. Illinois: Springfield, 2004.

Reille M. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord. Laboratoire de botanique historique et palynologie. URA CNRS, Marseille, 1992. 520 p.

Reille M. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord. Supplement 1. Laboratoire de botanique historique et palynologie, URA CNRS, Marseille, 1995. 520 p.

Rudaya N., Nazarova L., Nourgaliev D. et al. Mid-late Holocene environmental history of Kulunda, southern West Siberia: Vegetation, climate and humans // Quaternary Sci. Rev. 2012. V. 48. P. 32–42.

НАХОДКИ ФИТОЛИТОВ КУЛЬТУРНЫХ ЗЛАКОВ И ДРУГИХ ПАЛИНОМОРФ В ПОГРЕБЕННОЙ ПОЧВЕ ЛЮБШАНСКОГО ГОРОДИЩА (СТАРАЯ ЛАДОГА)

Д.В. Петров, Л.А. Савельева, М.В. Шитов

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, dionic199@gmail.com, l.savelyeva@spbu.ru, m.shitov@spbu.ru

FINDS OF PHYTOLITHS OF CULTIVATED CEREALS AND OTHERS PALYNOMORPHS IN THE BURIED SOIL OF THE LUBSHANSKY ANCIENT SETTELMENT (STARAYA LADOGA)

D.V. PETROV, L.A. SAVELIEVA, M.V. SHITOV

Saint-Petersberg State University, Saint-Petersburg

The article contains a new data about evolution of landscapes in southern Ladoga area in the Late Holocene. The vegetation composition and presence of cultivated cereals were reconstructed in buried soil from the Lyubshanskoe ancient settlement on the base of pollen and phytholits data.

Key words: pollen, spores, phytoliths, paleovegetation, cultivated cereals, late Holocene.

Любшанское городище расположено на правом берегу р. Волхов в 2 км ниже по течению от с. Старая Ладога при устье ручья Любша (рис. 1). Согласно результатам раскопок Е.А. Рябинина (Алещукин и др., 2003), этот археологический памятник является древнейшей каменной крепостью на территории будущей Северной Руси. Под фортификационными сооружениями этого городища – валом – в 2004 г. была вскрыта погребенная почва, из которой М.В. Шитовым был произведен отбор образцов для палинологического и фитолитного анализов. В настоящее время известны 9 определений абсолютного возраста по углю из этой ископаемой почвы. Судя по этим датировкам, формирование погребенной почвы происходило в условиях хозяйственной деятельности древнего человека и завершилось при строительстве крепости около 1470¹⁴ С лет назад (Шитов, 2007).

В 2017 г. образцы из указанной погребенной почвы мощностью около 30 см были изучены методом спорово-пыльцевого (рис. 3) и фитолитного анализа (табл. 1). Всего 12 проб. Все обнаруженные микрофоссилии характеризуются крайне плохой сохранностью, имеют темно-коричневый цвет, сильно минерализованы, уплощены, а также имеют следы повреждений. Кроме пыльцы, спор и фитолитов были обнаружены цисты пресноводных водорослей типа *Zygnema*, обломки спикул губок и углистые частицы.

В изученных пробах фитолиты содержатся в большом количестве. В основном, преобладают формы, соответствующие луговому разнотравью. Кроме них определены морфотипы фитолитов лесных злаков и хвойных пород деревьев. Фитолиты культурных злаков были обнаружены в образцах с максимальным содержанием пыльцы группы Cerealia на глубинах: 122, 112 и 108 см.

В спорово-пыльцевых спектрах доминирует пыльца трав (60–80%), представленная в основном Cichoriaceae (10–45%), Artemisia (10–25%), Onagraceae (2–15%), Poaceae (1–15%), Asteraceae (1–10%), Rosaceae (2–6%). По всему разрезу обнаружена пыльца культурных злаков Cerealia, содержание которой достигает 6%. В четырех образцах зафиксированы единичные пыльцевые зерна Fagopirum. В группе древесных и кустарниковых пород в незначительном количестве присутствует пыльца Betula nana (5–17%), Alnus (1–7%), Betula sect. Albae (2–6%), Pinus (5–10%), Picea (1–6%), присутствуют единичные формы пыльцы широколиственных пород (Ulmus и Quercus) и только количество пыльца Tilia достигает 2%.

В группе споровых растений доминируют споры *Sphagnum* (10–25%), присутствуют споры Polypodiaceae (4–7%), *Lycopodium clavatum* (1–10%), *Pteridium aquilinum*, *Botrychium*, *Riccia* и другие. В нижней части разреза обнаружены древние дочетвертичные микрофоссилии – около 3%.

Результаты палеоботанических исследований позволили заключить, что почвенный горизонт был сформирован в условиях нарушенных человеком ландшафтов, в окружении вторичных ольхово-березовых лесов с участием сосны и ели, широкое распространение имели луговые сообщества. Наличие по всей почвенной толще пыльцы культурных злаков, под-



Рис. 1. Местоположение Любшанского городища (фрагмент карты масштаба 1:25 000)

Глубина, см	Разнотравье	Лесные злаки	Луговые злаки	Хвойные	Культ. злаки
96	+++	+	+	+	-
98	+++	+	+	+	-
100	+++	+	+	+	-
103	+++	+++	+	++	-
106	+++	+++	+++	++	-
108	+++	+++	++	+	+
110	+++	++	+	+	-
112	+++	++	++	-	+
115,5	+++	+++	++	+	-
119	+++	+++	++	+	-
122	+++	+++	++	++	+
124	+++	+	+	+	-

Обозначения: (+++) – более 20%, (++) от 10 до 20%, (+) от 1 до 10%, (–) – отсутствуют



Рис. 2. Общий вид разреза Любша с погребенной почвой



Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма погребенной почвы разреза Любша

твержденное в нескольких случаях находками фитолитов, могут свидетельствовать об активной сельскохозяйственной деятельности во время формирования почвенного горизонта. В целом полученные фитолитные спектры характерны для луговых фитоценозов с преобладанием злаково-разнотравного состава, что согласуется с данными спорово-пыльцевого анализа. Наличие обломков спикул губок и цист пресноводных водорослей могут свидетельствовать о периодическом затоплении, формирующейся почвы.

Плохая сохранность пыльцы и фитолитов может быть связана с распашкой почвы, доступом кислорода и активной жизнедеятельностью микроорганизмов. Наличие углистых частиц, микрофоссилий темно-коричневого цвета, присутствие пыльцы кипрейных, остатков обгоревшего детрита, возможно, указывает на периодическое возникновение пожаров, связанных с подсечно–огневым земледелием, которое практиковалось на незастроенной еще территории Любшанского городища в середине – начале третей четверти I тыс. н. э.

Следует отметить, что в районе Земляного городища в Старой Ладоге, приблизительно в 3 км от рассмотренного разреза, в основании культурного слоя залегает почва, которая так же, как и любшанская, датируется началом второй половины первого тысячелетия. Однако фитолитов в ней обнаружено не было (Сперанская, 2017). Поэтому, необходимы новые данные для уточнения времени появления культурных злаков и развития земледелия в южном Приладожье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алещукин Л.В., Рябинин Е.А., Шитов М.В. Палеопочвы Любши – свидетельство ландшафтно-геохимических условий нижнего Поволховья в раннем средневековье // Вестн. Санкт–Петербургского ун-та. Сер. 7. 2003. № 2. С. 43–61.

Сперанская Н.Ю., Чухина И.Г., Григорьева Н.В., Соломонова М.Ю. Итоги изучения фитолитов погребенной почвы Земляного городища Старой Ладоги // V (XXI) Всероссийский археологический съезд. Барнаул. Алтайский государственный университет», 2017. С. 984–985.

Шитов М.В. Городская среда, землепользование и сельское хозяйство в Старой Ладоге и ее округе (по палинологическим и карпологическим данным) // Вестн. Санкт–Петербургского ун-та. Сер. 7. 2007. № 3. С. 44–58.

БАРРЕМ-АПТСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МИКРОФАУНЫ И ПАЛИНОМОРФ СЕВЕРО-ЗАПАДА П-ВА ЯМАЛ (БИОСТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОФАЦИИ)

Е.Б. Пещевицкая¹, Б.Л. Никитенко^{1,2}

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

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

BARREMIAN-APTIAN ASSEMBLAGES OF MICROFAUNA AND PALYNOMORPHS FROM NORTH-WEST OF THE YAMAL PENINSULAR (BIOSTRATIGRAPHY AND PALAEOFACIES)

E.B. PESTCHEVITSKAYA¹, B.L. NIKITENKO^{1,2}

¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk ²Novosibirsk State University, Novosibirsk

The composition of Barremian-Aptian assemblages of microfauna and palynomorphs from the North-West of the Yamal Peninsular allows the definition of local zones, which are well correlated to those of Europe, Canada and other regions of Siberia. Microfossils data also provide the information on paleofacies and climate.

Key words: Barremian, Aptian, North Siberia, biostratigraphy, palaeofacies, foraminifers, palynomorphs.

Из нижней части танопчинской свиты на северо-западе п-ва Ямал (скв. К-2) изучены комплексы микрофауны и палиноморф верхнего баррема и нижнего апта.

В верхнем барреме фораминиферы представлены агглютинирующими формами родов *Trochammina, Evolutinella, Orientalia* и др. (рис. 1). Важным биостратиграфическим признаком является присутствие вида *Evolutinella portentosa* Mjatliuk et Kosit., который характерен для баррема Печорского бассейна и Баренцевоморского шельфа (Практическое..., 1991). Он также известен как один из видов-индексов барремской фораминиферовой зоны Прикаспия. Виды *Trochammina neocomiana* Mjatliuk и *Orientalia ljantorica* Kisselman исчезают на Баренцевоморском шельфе также в нижнем барреме. Следует отметить, что в изученном комплексе практически полностью отсутствуют формы, характерные для готерива Западной Сибири (Региональная..., 2006 и др.). Полученные данные позволяют выделить на северозападе п-ва Ямал слои с Trochammina neocomiana – Evolutinella portentosa, которые хорошо сопоставляются с Баренцевоморской фораминиферовой зоной Miliammina mjatliukae –Serovaina barremicus – Gyroidinoides sokolovae. Следует отметить, что на севере Восточно-Европейской платформы интервал этой зоны охарактеризован барремскими белемнитами и комплексами остракод.

Верхний баррем. Изученные комплексы остракод верхнего баррема достаточно многочисленны и разнообразны (рис. 1). В их составе определены виды, характерные для баррема Баренцевоморского шельфа и Печерской синеклизы. Это позволяет выделить в разрезе скв. К-2 слои с Lyubimovina denticulata – Macrodentina savodoucovkaensis, сопоставляемые с барремской Баренцевоморской зоной Lyubimovina denticulata – Posteroprotocythere propria (Куприянова, 2013). Отметим, что на территории Печерской синеклизы стратиграфическое положение этой зоны контролируется данными по фораминиферам (Практическое..., 1991). Один из ее видовиндексов (Lyubimovina denticulata Sharapova), также выявленный в комплексах остракод на певе Ямал, имеет достаточно узкий стратиграфический диапазон и встречается только в барреме. Виды Palaeocytheridea observata Sharapova и Apatocythere ellipsoidea Triebel, характерные для этой зоны, также определены в разрезе по скв. К-2. Следует отметить, что *A. ellipsoidea* являет-ся типичным представителем барремских комплексов остракод на севере Европы.

Нижний апт. В нижнем апте находки фораминифер немногочисленны, в комплексах незначительно преобладают «примитивные» формы, не имеющие стратиграфического значения. Однако, присутствие *Miliaminna* cf. *mjatliukae* Dain и *Bulbobaculites* ex gr. *volskensis* Dain, характерных для приграничных баррем–аптских слоев на севере Европы и Баренцевоморском шельфе, а также вида *Trochammina* cf. *dampelae* Dain, известного из нижней части апта этих регионов, позволяет более точно датировать этот интервал танопчинской свиты и установить в разрез по скв. К-2 слои с Trochammina cf. dampelae (рис. 1).

Комплексы микрофоссилий	Споры и пыльца	Споры (48,5-93%). Доминируют: Cyathidites australis (6,5-29%). Cicatricosisporites spp. (4-17%). Значительно: Cyathidites minor 1-8%). C. punctatus (1-11%), Leiotriletes spp. (1-7%), L. gradatus (1-4%). Osmundacidites spp. (1-4%), Cicatricosisporites (dorogensis	••••••••••••••••••••••••••••••••••••	Copil (14, 5-45%). Значительно: Оsmundacidies spp. (1-5,5%), Cyathidites minor (2,5-5%), C. australis (2-3,6%), Leiotheilets spp. (1-5,5%), Stereispo- lites purclatus (1-4%), Gleicheniidites sep. (1-2%), G. parvipuncta (1-3%), Cicatricosisporites variations interabbeansis). Dictyophylidites (equiexinus, mortoni). Tripartina variabilis: Concavisporites junctum. Eboraciasporites (subiricus, rudis, neebbeansis). Dictyophylidites (equiexinus, mortoni). Tripartina variabilis: Concavisporites junctum. Eboraciasporites (subiricus, rudis, orosa, granulosa); pe6ptwr.ne cwasehiube Cicatricosisporites (pseudotripartitus, dorogensis, australiensis, subrotundus, ludbrookiae, availizes, miuuasatratus, lensus, stoveni, mediostriatus, hallei, mbricatus, perforatus, sprinsis, varianis, undorokiae, availizes miutasatratus, lensus, stoveni, mediostriatus, radiaus, incertus, Foraminsporis (portanus, proteinas, trudis, es (sprinuosus, vertucosus), Roussiporites (encludatus, radiaus, incertus). Foraminsporis (printinadi- as (sprinuosus, vertucosus), Roussiporites (senonicus, undonatus, perforatus, sprins, auguatus, cumelita, Aerunosus, proteinas, undoratus, radiaus, incertus, Baculatisporites comaurensis, vertucavis). Cookso- nites variabilis. Nocronnue: couxyupousue Osmunda magna, O. nicarica, Baculatisporites ormaurensis, vertucavis). Cookso- nites variabilis. Nocronnue: couxyupousus undonato, proteoportina mirabilis, varivernocatus), Lygodum cotidianum. Pilo- asportines (postiatus (radiaus, incertus). Perioran ellecutala, malalis, maniforgi, Panctadosporites and (radiaus, mortus), protoprinus suburenshne. <i>Culvisporites babasa</i> , Kujusporites pilogi, Punctadosporites pilogi, Punctadosporites functuradus and ununnoarme couxasimplex. <i>Nuivsporites submetuse for tradistica (unduaggians, partiaus)</i> , propolimines (ppsis, nunata). Selagnelle foloscura, granata). Provosporites pilogi, Punctadosporites pilogi, Punctadosporites pilogi. Punctanas proteoses submetuse foloscura subasea. Kuyisporites pilogi, Punctadosporites pilogi,
	. Микрофитопланктон	Редко: диноцисты - Barbatacysta pelionensis, Batiacasphaera laevigata: актритархи - Mich-	rysnuom waronensa, m. emanure, very- hahum sp.: зипевевые - Schizosponis reticu- latus: празинофиты - Leiosphaeridia spp.; Lo- phosphaeridia microgranifera	Доминируют: диноцисты - проксиматные плохой сохранности (8-18%), цератиоидные оботодіа stр. (3-15%), М. акуттейга (2-22%), Ми- в derongia stр. (3-15%), М. акуттейга (2-42%); сорновурнаенсіа тістодгаліfега (4-36%). Зна- ричношисть Керелорозі (1- 3%), V. уаліјаліз (1-6,7%). Sentusidinium gra- nulatum (2-6,5%). Дазинофиты Lelosphaencida з%), V. уаліјаліз (1-6,7%). Sentusidinium gra- pri antum (2-6,5%). Мало и вдинично: проксиматные диноцисты: Batioladinium Iongiocrnutum, Micro- dinium opacum, Chytrosisphaencida chytroeides, Meiourogonyaulax psora. Apteodinium spp., <i>с. Rondicodinium</i> spp., <i>Eromea</i> spp., <i>F. raglils, F. chytra, F. aft. triqueta, Jan- bia verselis, Peeudocatinium spp., C. com- gia staurota, M. aff. testudinaria, M. tetracantha, pia, Vesperopsis didaoensis (1-2,5%), Muderon- gia staurota, M. aff. testudinaria, M. tetracantha, <i>Bewe - Coornifera spp., Circulodinium spp., C. com- gia staurota, M. aff. testudinaria, M. tetracantha, firom, O. totum, O.? aff. asterigium, Spiniferites Trimmo., C. totum, O.? aff. asterigium, Spiniferites Deve - Coornifera spp., Ienospinas spiniferites disphaera spp., Petrospermella spp.; <u>annewo-</u> ditosphaera spp., Petrospermella spp.; <u>annewo-</u> ditosphaera spp., Petrospermella spp.; <u>annewo-</u> ditosphaera spp., Petrospermella spp.; <u>annewo-</u> ditosphaera spp., Petrospermella spp.; <u>annewo-</u> dium spp.</i></i>
-	а- Ост 4- рако ы ды		subarctica, Militaminna ci. mjatilukae Cytherella sp. ind. (cf. cavilla), Clithocytheridea? brevis	des ex gr. Patella, Reoñax sp.ind. (cr. consonus) Palaeocytheridea observata, P. cf. observata, M. savodoucovkae- insis, M. cf. savodoucov, Progonocythere (?) sp. ind. (cf. zavjalo-
	фер		Saccammina testideformabilis, S. callosa, Trochammina ct. dampelae, Evolutinella sp., Bulbobaculites sp., Glomospira	Trochammina neocomiana, T. cf. neocomiana, Evolutinella por- tentosa, Orientalia ijantorica, Hyppocrepinella sp., Hyperamminoi-
-60		NORD	Anemia bella, Concavisponites griazevae, Trinpregorites trioreticulous	Appendicisporites spp., Tricolpites spp.
-0	онид э и	NOUD	не установлены	Vesperopsis yanjiensis - Batioladinium longicornutum
-e	слои с остра- кодами		не установлены	Lyubimovina denticulata,
-боф с фора- ммедефиним		CTON	Trocham. cf. dampelae	Trochammina neocomiana, Evolutinella portentosa
	ovqra	гдоП	тпь йинжиН	Верхний баррем

Найденные здесь единичные обломки остракод имеют плохую сохранность, поэтому лишь косвенно могут служить обоснованием верхов баррема – нижнего апта.

Микрофитопланктон. Из верхнего баррема изучен достаточно представительный комплекс микрофитопланктона, в котором доминируют цератиоидные диноцисты родов *Muderongia* и *Vesperopsis* (рис. 1, 2). На территории Сибири их обилие и разнообразие характерно для баррема и апта (Разумкова, 2016). В изученном комплексе присутствует вид *Muderongia asymmetrica* Brid., который типичен для верхнего баррема, апта и альба Канады, Западной Европы и Баренцевоморского шельфа (Aarhus et al., 1986 и др.). Вид *Vesperopsis yanjiensis* Mao Shaoz. et al. описан из апта Китая (Разумкова, 2016), а *V. didaoensis* Cheng Jin. et He Chen. присутствует в Китае в отложениях готерива, баррема и апта (там же). Вид *Batioladinium longicornutum* (Alb.) Brid. исчезает в низах апта на территории Западной Европы (Heilmann-Clausen, 1987). Таким образом, изученный комплекс диноцист характерен для верхнего баррема – низов апта.

Споры и пыльца. В разрезе также изучены богатые комплексы спор и пыльцы наземных растений (рис. 1, 3). В нижней части разреза большого разнообразия и значительного количества достигают ребристые споры схизейных папоротников, постоянно встречаются представители рода Appendicisporites, что характерно для баррема Сибири (Региональная..., 2006 и др.). Характерными формами для этого интервала также являются шиповатые споры схизейных папоротников и споры печеночных мхов родов Aequitriradites, Rouseisporites, Cooksonites. В комплексе определены единичные экземпляры пыльцы покрытосеменных. Ее постоянное присутствие отмечается в Сибири с апта, но по данным автора единичные находки могут отмечаться с верхней части баррема (Вакуленко и др., 2016). В нижнем апте увеличивается разнообразие и количество ребристых спор схизейных, в том числе представителей рода Арpendicisporites. Появляется Anemia bella Mark., описанный из апта-альба Сибири (Пыльца..., 1961). Пыльца покрытосеменных встречается по-прежнему редко. Также, в изученном комплексе присутствует Concavisporites griazevae Voron., характерный вид апта и альба Украины (Воронова, 1984). В то же время, разнообразны шиповатые и бугорчатые споры схизейных, хотя, в целом, для апта Сибири характерно сокращение их разнообразия. Однако в их составе определены Trilobosporites perverulentus (Verb.) Det. и T. trioreticulosus Cook. et Det., которые постоянно присутствуют в апте-альбе Сибири и Дальнего Востока (Пыльца..., 1961 и др.).

По микрофауне и микрофитопланктону для баррема-апта в изученном районе восстанавливаются прибрежные опресненные обстановки. Наблюдаются трансгрессивно-регрессивные колебания мелкого масштаба с выраженным регрессивным трендом вверх по разрезу. Спорово-пыльцевые данные свидетельствуют о теплоумеренном и влажном климате. В позднем барреме на прибрежных территориях была широко развита древесная растительность, что подтверждается обилием пыльцы голосеменных в спорово-пыльцевых спектрах. В раннем апте территории, занятые лесами, сокращаются.

Проекты IGSP 608, 632 и РНФ 18-17-00038.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вакуленко Л.Г., Ершов С.В., Николенко О.Д. и др. Комплексный анализ берриас-сеноманских отложений западной части Гыданского полуострова (Западная Сибирь) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр: Сборник мат-лов. 2016. Т. 1. С. 197–201.

Воронова М.А. Миоспоры раннего мела Украины. Киев: Наукова думка, 1984. 120 с.

Куприянова Н.В. Баррем-аптские остракоды шельфа Баренцева моря и их биостратиграфическая и палеофациальная интерпретация // Материалы по биостратиграфии, фауне и флоре фанерозоя России, Атлантики и Антарктиды. Труды НИИГА-ВНИИОкеангеология. Т. 226. СПб.: ФГУП «ВНИИОкеангеология», 2013. С. 130–153.

Практическое руководство по микрофауне СССР. Фораминиферы мезозоя. Л.: Недра, 1991. 373 с.

Пыльца и споры Западной Сибири. Юра – палеоцен // Тр. ВСЕГЕИ. 1961. Вып. 177. 660 с.

Разумкова Е.С. Особенности морфологии меловых диноцист рода Vesperopsis Bint 1986, их фациальная приуроченность и значение для стратиграфии // Стратигр. Геол. корреляция. 2017. Т. 25, № 5. С. 58–73.

Региональная стратиграфическая схема берриас – аптских отложений Западной Сибири. Утверждена на расширенном заседании Бюро МСК России 8 апреля 2005 г // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. Вып. 36. 64 с.

Aarhus N., Verdenius J., Birkelund T. Biostratigraphy of a Lower Cretaceous section from Sklinnabanken, Norway, with some comments on the Andoya exposure // Norweg. J. Geol. 1986. V. 66, N 1. P. 17–43.

Heilmann-Clausen C. Lower Cretaceous dinoflagellate biostratigraphy in the Danish Central Trough // Danmarks Geol. Undersog. 1987. V. 17. P. 1–89.



Рис. 2. Диноцисты из разреза скв. К-2; нижний мел, верхи баррема (масштаб 20 мкм): a – Oligosphaeridium pulcherrimum (Defl. et Cook.) Dav. et Wil.; б – Vesperopsis didaoensis Cheng Jin. et He Chen.; в – Spiniferites ramosus (Ehr.) Mont.; Γ – Vesperopsis yanjiensis Mao Shaoz. et al.; μ – Vesperopsis didaoensis Cheng Jin. et He Chen.; е – Oligosphaeridium totum Brid.; κ – Batioladinium longicornutum (Alb.) Brid



Рис. 3. Споры и пыльца из разреза скв. К-2, нижний мел: низы апта – а–ц, верхи баррема – ч (масштаб 20 мкм): а – *Trilobosporites marylandensis* Bren.; б – *Pseudopicea magnifica* Bolch.; в – *Rouseisporites radiates* Det.; г – *Osmunda nicanica* Verb.; д – *Trilobosporites tribotrys* Det.; е – *Trilobosporites trioreticulosus* Cook. et Det.; ж – *Rouseisporites reticulatus* Poc.; з – *Cooksonites variabilis* Poc.; и – *Aequitriradites verucosus* (Cook. et Det.) Cook. et Det.; к – *Lygodiumsporites subsimplex* (Bolch.) Bond.; п – *Selaginella obscura* Bolch.; м – *Ruffordiaspora goepperti* (Dun.) Det. et Clif.; н – *Trilobosporites teslenkoi* Vor.; о – *Cyathidites australis* Coup.; п – *Appendicisporites markovae* Vor.; р – *Cicatricosisporites cuneiformis* Poc; с – *Veryhahium* sp.; т – *Lycopodiumsporites eminulus* Det.; у – *Eboracia granulosa* (Tral.) Tim.; ф – *Pilosisporites echinace-us* (Ver.) Bond.; х – *Concavissimisporites apigranulosus* Dor.; ц – *Microreticulatisporites diatretus* Poc.; ч – *Tricolpites* sp.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ФАЗ РАЗВИТИЯ ГАМЕТОФИТА И СТАДИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СПОРОДЕРМЫ ПЫЛЬЦЕВОГО ЗЕРНА

С.В. Полевова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, svetlanapolevova@mail.ru

COMPARISON OF GAMETOPHYTE PHASES AND SPORODERM DEVELOPMENT IN POLLEN GRAINS

S.V. POLEVOVA

Lomonosov Moscow State University, Moscow

The stages of gametophyte and sporoderm development in several plant species of different taxonomic groups have been compared. In free microspore period the following well-visible stages of gametophyte and sporoderm development are distinguished: vacuolation and devacuolation of young microspore, first (asymmetric) mitosis, second haploid mitosis, intine development and dehydration of protoplast vegetative cell. When considering the sporoderm development in its different layers separately it can bee see that a slight change in the relative duration of these processes can solve many structural problems. If the intine is initiated at the vacuole stage then a thick endexine don't develop. The fact that asymmetric mitosis is not rigidly attached to the initiation of intine is the memory of the exosporic germination of microspores. Dehydration of the pollen grains, visible as deposits of starch in the protoplast, can begin long before the maturation of the sporoderm. This observed only in inaperturate pollen grains. Flowering plants show the widest possibilities of variation in the sporoderm structure without the losing the ability to fertilization. *Key words*: pollen grains, sporoderm development, exine, intine.

Процесс формирования спородермы от мейоза до стадии зрелого пыльцевого зерна описан для достаточно широкого круга растений. Основные этапы формирования спородермы и их последовательность установлены и позволяют сравнивать самые разные группы объектов, например, в пределах цветковых растений. Материнские клетки микроспор начинают подготовку к мейозу и откладывают специальную каллозную оболочку, которая обособляет клетки друг от друга. После мейоза каждая микроспора продолжает откладывать каллозную оболочку и формирует особые условия вокруг каждой дочерней микроспоры в тетраде (Matamoro-Vidal et al., 2015). Под каллозой микроспора начинает строить свою, собственную спородерму, сначала примэкзину и на ее основе эктэкзину, а затем начинает формироваться эндэкзина. После этого каллоза растворяется и микроспоры высвобождаются в полость пыльника. Это первое значительное изменение окружающей микроспору среды. В свободноспоровом (постетрадном) периоде на размеченную экзину микроспор начинает массово откладываться спорополленин как тапетального происхождения, так и микроспоронгиатный. Микроспора претерпевает вакуолизацию и девакуолизацию, начинает формироваться самый внутренний слой спородермы – интина. Затем происходит неравный (эндоспорический) митоз, и микроспора превращается в мужской гаметофит – пыльцевое зерно. На этой, двухклеточной стадии пыльцевое зерно многих цветковых растений становится зрелым (завершает строительство спородермы и переходит в покоящееся состояние). Для некоторых растений характерны трехклеточные пыльцевые зерна, но облик спородермы и протопласта вегетативной клетки при этом такие же, как у зрелого двухклеточного пыльцевого зерна. Гидратация пыльцы на рыльце пестика и прорастание пыльцевой трубки, как правило, ускользает от внимания палиноморфологов. Поэтому будем считать, что из пыльников высыпаются пыльцевые зерна (двухклеточные или трехклеточные) в покоящемся состоянии, со зрелой спородермой.

Таким образом, в свободноспоровом периоде можно выделить гораздо больше видимых состояний гаметофита, которые можно сопоставить с этапами строительства спородермы. В нашем исследовании мы сравнили стадии развития спорофита и спородермы у нескольких видов растений из разных таксономических групп.

Пыльцевое зерно Aristolochia clematitis L. 1753 проходит вакуолизацию и девакуолизацию при максимальном развитии эндэкзины (рис. 1.2). Двухклеточная стадия развития пыльцевого зерна у этого вида сопровождается максимальным развитием интины, дегидратацией протопласта вегетативной клетки и отложением большого количества крахмальных зерен (рис. 1.3). (Polevova, 2015).

У другого вида, *Aristolochia manshuriensis* Кот., вакуоль сосуществует с максимальным развтием эндэкзины, инициацией интины и наличием небольшого количества запасного крахмала (рис. 1.1.). Двухклеточное п.з. характеризуется максимально развитой интиной и многочисленными крахмальными зернами.

У *Alliaria petiolata* (M.Bieb.) Cavara et Grande резорбция вакуоли проходит параллельно с неравным митозом и двухклеточная стадия пересекается со стадией вакуолизации (рис.1.4). Наличие вакуоли маркирует развитие тонкой апертурной пробки и инициацию интины. Канальчатая интина продолжает формироваться на двухклеточной стадии (рис.1.5) и достигает максимального развития на трехклеточной стадии, когда протопласт вегетативной клетки дегидратирован (рис. 1.6) и пыльцевое зерно готово высыпаться из полости пыльника.

Вакуолизация и девакуолизация у *Chloranthus japonicus* Siebold характеризуется максимальным развитием эндэкзины и инициацией интины (рис. 1.7). Двухклеточное п.з. накапливает интину, и дегидратируется, т.е. содержит липидные капли и крахмал.

Вакуоль у *Symphytum officinale* L. сопровождает мощное развитие эндэкзины и апертурной пробки. Резорбция вакуоли коррелирует с инициацией интины (рис. 1.8). Двухклеточная стадия характеризуется утолщением интины, особенно в апертуре (рис. 1.9) (Gabaraeva et al., 2011).

У *Ambrosia trifida* L. вакуоль сосуществует с мощным развитием эндэкзины. Вакуоль резорбируется в то время как интна начинает формироваться. Неравный митоз происходит уже в отсутствии вакуоли.

У *Polemonium caeruleum* L. вакуоль сосуществует с апертурной пробкой, а интина формируется много позднее (Grigorjeva, Gabaraeva, 2018).

У *Plantago major* L. вакуоль сосуществует с эндэкзиной и апертурной пробкой (рис. 1.10). Резорбция вакуоли происходит на фоне двухклеточного п.з. и тонкой интины (рис. 1.11). В дальнейшем толзина интины двухклеточного п.з. растет, а протопласт вегетативной клетки дегидратируется (рис. 1.12) (Gabaraeva et al., 2016).

У двух видов тополей, *Populus tremula* L. и *Populus × berolinensis* К.Косh, вакуоль сосуществует с эндэкзиной и инициацией интины (рис.1.13). Двухклеточное п.з. формируется на фоне резорбции вакуоли (рис. 1.14). В дальнейшем продолжает расти толщина интины, в протопласте откладываются липидные капли и крахмальные зерна (рис. 1.15).

Развитие гаметофита начинается с мейоза, который проходит под защитой специальной каллозной оболочки. Под каллозой начинается и строительство индивидуальных оболочек (примэкзин) вокруг каждой из микроспор в тетраде. На основе примэкзины формируется паттерн эктэкзины, которая в дельнейшем лишь обогащается спороплленином практически не изменяя своего характера. Перед растворением каллозы закладывается эндэкзина, которая формирует апертурную пробку и помогает пережить деградацию каллозы. Все эти процессы протекают сравнительно быстро и при этом протопласт микроспоры существенно не изменяется, растет только объем клетки и ее форма приближается к сфероидальной.

После растворения каллозы происходят значительные события в протопласте микроспоры и ее оболочке:

(1) вакуолизация и девакуолизация молодой микроспоры;

(2) неравный митоз (формирование двухклеточного пыльцевого зерна);

(3) второй митоз и формирование трехклеточного пыльцевого зерна;

(4) заложение интины и ее рост в толщину, развитие слоев и каналов в интине;

(5) дегидратация и отложение крахмальных зерен и липидных капель (созревание пыльцевого зерна).

Перечисленные процессы происходят последовательно или накладываются друг на друга, демонстрируя свою независимость. Наблюдаются лишь три логичных структурных запрета: вакуолизация всегда предшествует дегидратации, неравный митоз не может опередить заложение интины, а первый митоз предваряет второй.

Вакуолизация и девакуолизация у всех исследованных п.з. происходит при максимально развитой эндэкзине. Если эндэкзина представлена всего одной ламеллой с белой линией, то апертурная пробка формирует непрерывность экзины. Если экзина в апертуре (Alliaria petiolata и Chloranthus japonicus) или по всему периметру (Populus) очень тонка, то интина



Рис. 1. Стадии одноклеточного (вакуолизация), двухклеточного и трехклеточного пыльцевого зерна в развитии мужского гаметофита: 1 – одноклеточное п.з. Aristolochia manshuriensis, масштабный отрезок 2 мкм. 2 – одноклеточное п.з., 3 – двухклеточное п.з. Aristolochia clematitis, масштабный отрезок 5 мкм, 2 мкм. 4 – одноклеточное п.з., 5 – двухклеточное п.з., 6 – трехклеточное п.з. Alliaria petiolata, масштабный отрезок 2 мкм, 5 мкм, 10 мкм. 7 – одноклеточное п.з. Chloranthus japonicus, масштабный отрезок 5 мкм. 8 – одноклеточное п.з., 9 – двухклеточное п.з. Symphythum officinalis, масштабный отрезок 2 мкм, 1 мкм. 10 – одноклеточное п.з., 11, 12 – двухклеточные п.з. Plantago major, масштабный отрезок 1 мкм, 2 мкм, 2 мкм. 13 – одноклеточное п.з., 15 – двухклеточное п.з. Populus x berolinensis масштабный отрезок 2 мкм, 5 мкм. 14 – двухклеточное п.з. Populus tremula масштабный отрезок 5 мкм. В – вакуоль, ГК – генеративная клетка, СП – спермий, Э - экзина, Я – ядро вегетативной клетки

закладывается не дожидаясь резорбции вакуоли и обычно опережает первый митоз. Неравный митоз, превращая микроспору в пыльцевое зерно (мужской гаметофит), происходит при резорбции вакуоли при тонкой эндэкзине или при полном отсутствии вакуоли у видов с богато представленной эндэкзиной. При этом эктэкзина может быть достаточно массивной как у *Alliaria petiolata* и *Plantago major* или тонкой как у тополей. Дегидратация п.з. обычно сопровождается накоплением крахмальных зерен и/или липидных капель в протопласте вегетативной клетки. Но у безапертурных п.з. *Aristolochia manshuriensis* и *Populus* × *berolinensis* запасной крахмал начинает выявляться в протопласте при остатках не до конца резорбированной вакуоли. А вот липидные капли обычно сопровождают пыльцевые зерна, которые вынуждены развиваться при холодовых стрессах.

Если рассматривать процессы формирования различных слоев оболочки микроспоры, то можно заметить, что простым изменением относительной длительности этих процессов можно решить многие структурные проблемы. Так, закладывая самый внутренний слой – интину – на стадии формирования вакуоли, можно не развивать мощную эндэкзину, ограничиваясь небольшой апертурной пробкой. В этом случае интина поддерживает целостность спородермы и форму пыльцевого зерна. Чем толще формируется эндэкзина, тем позднее начинает откладываться интина. То, что неравный митоз не жестко привязан к инициации интины, демонстрирует память о возможности экзоспорического прорастания микроспоры в гаметофит. Что характерно для прорастания изоспор. Дегидратация пыльцевого зерна, выраженная в отложениях липидов и крахмала, может начинаться задолго до созревания спородермы, что, однако, наблюдается только у безапертурных пыльцевых зерен. Более того, для *Aristolochia manshuriensis* не найдены пыльцевые зерна со зрелой спородермой, что не исключает семенное размножение этого вида. Цветковые растения демонстрируют широчайшие возможности варьирования спороения спородермы не теряя способности к половому воспроизведению.

Автор выражает глубокую признательность Н.И. Габараевой и В.В. Григорьевой за возможность познакомиться с развитием спородермы многих видов растений. Работа поддержана грантом РФФИ №18-04-00971 а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Gabaraeva N., Grigorjeva V., Polevova S. Exine and tapetum development in *Symphytum officinale* (Boraginace-ae). Exine substructure and its interpretation // Plant. Syst. Evol. 2011. V. 296. P. 101–120.

Gabarayeva N., Gabarayeva V., Polevova S., Hemsley A.R. Pollen wall and tapetum development in *Plantago* major L. (Plantaginaceae): assisting self-assembly // Grana. 2016. V. 56, N 2. P. 1–31.

Grigorjeva V.V., Gabarayeva N. Pollen wall ontogeny in *Polemonium caeruleum* (Polemoniaceae) and suggested underlying mechanisms of development // Protoplasma. 2018. V. 255, N 1. P. 109–128.

Matamoro-Vidal A., Prieu C., Furness C.A. et al. Evolutionary stasis in pollen morphogenesis due to natural selection // New Phytol. 2016. V. 209, N 1. P. 376–394.

Polevova S.V. Ultrastructure and development of sporoderm in *Aristolochia clematitis* (Aristolochiaceae) // Rev. Palaeobot. Palynol. 2015. V. 222. P. 104–115.

ЗНАЧЕНИЕ АЭРОЗОЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В ОБРАЗОВАНИИ ОСАДКОВ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ

С.А. Сафарова

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, s.safarova@mail.ru

VALUE OF THE AEROSOLMATERIAL IN FORMATION OF THE SEA PRECIPITATION

S.A. SAFAROVA

P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow

The meaning of impact of bio aerosols capable of dispersing in the environments accumulating in continents and seas, precipitation within millions of years and their participation in formation of sea sediments are reviewed. *Key words:* aerosol, pollen, spores, sediments.

Аэрозольная проблема, как часть аэропалинологии, в настоящее время довольно широко развивается. Главными аспектами применения являются – биология, экология, климатология, морская геология. Аэрозоли – это мельчайшие частицы взвешенные в воздухе. Изучаются различные аспекты: антропогенные аэрозоли, радиоактивные аэрозоли, космического мусора, микробиологические аэрозоли, аэрозоли и медицина, аэрозоли и климат, аэрозоли и океан. Более подробно мы остановимся на рассмотрении биоаэрозолей, одной из особенностей которых является то, что они включают споры и пыльцу, широко распространяющихся в окружающей среде и проникающих в воздух, почву, а также морские отложения. К тому же они обладают способностью сохранятся в континентальных и морских отложениях миллионы лет, поскольку их оболочка состоит из стойкого вещества – спорополленина.

Способность растений производить споры и пыльцу, поистине, изумительна. Так одно соцветие дуба дает около 500 тыс. пылинок, соцветие щавеля – до 4-х миллионов, соцветие сосны – около 22 миллионов, а растения семейства Typhacea (*Typha angustifolia* L.) – 174 миллиона. В весовом отношении известно, что еловые леса Швеции производят до 75000 тонн пыльцы в год (Percival, 1950) На акватории Южных морей (Азовское, Аральское, Северный Каспий) только за летний период выпадает до 12 тысяч тонн пыльцевых зерен. Огромные пыльцевые облака могут иногда покрывать целые города, как это случилось в 1954 г. в городе Давенпорте (США), и в 2009 году в г. Чита (Россия). Производимая в огромных количествах растениями пыльца оседает на поверхности почв, озер, болот и морских акваторий. В исследованных нами пробах, уловленных из атмосферы над океанами, отмечалась пыльца в дали от континентов на сотни и тысячи километров (Сафарова, 2009). Максимальная концентрация пыльцы и спор в современных морских осадках наглядно представлена (по данным многих авторов) в таблице В.А. Вронского и Р.В. Федоровой (1981) (табл. 1).

Бассейн	Максимальная концентрация
	пыльцы и спор на 1 г/осадка
Черное море (центральная часть, глубоководные зоны)	160000
Черное море (центральная котловина)	100000
Калифорнийский залив	65000
Северный Ледовитый океан (Белое море)	21000
Балтийское море	20000
Черное море (юго-восточная часть)	14000
Тихий океан (восточная часть, шельф)	10000
Южный Каспий (глубоководная котловина)	4500
Южный Каспий (восточный шельф)	960
Аральское море	325
Атлантический океан (шельф Африки)	300

Таблица 1. Максимальная концентрация пыльцы, спор в современных осадках Мирового океана (Вронский, Федорова, 1981)

Выпадая из аэрозоля на морскую поверхность пыльца и споры подвергаются действиям гидродинамических и седиментационных процессов. Концентрация пыльцы на 1 г осадка изменяется в больших пределах в зависимости от типа отложений. Максимальное количество наблюдается для глинистых илов, наиболее низкая – для крупнозернистых песков, что также было отмечено нами при изучении Берингова моря (Сафарова, 1985).

Необходимо особо подчеркнуть, что огромное количество палинологического материала накапливалось в морских отложениях, начиная со времен самых древних геологических эпох: докембрия (Тимофеев, 1955, 1960) и кембрия (Наумова, 1949; Андреева, 1966).

Работа выполнена по Госзаданию ИО РАН № 0149-2018-0016.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева Е.М. Растительные микрофоссилии из кембрийских отложений // Палеонтология. 1966. Т. 3. С. 22–28.

Вронский В.А., Федорова Р.В. Концентрация пыльцы и спор в современных континентальных и морских отложениях // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1981. № 12. С. 79–86.

Наумова С.Н. Споры нижнего кембрия // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1949. № 4. С. 145–155.

Сафарова С.А. Литолого-палинологическая характеристика осадков шельфа Берингова моря и северо-западной части Тихого океана // Вторая Тихоокеанская школа по морской геологии и геофизике. Южно-Сахалинск, 1985. С. 120–122.

Сафарова С.А. Аэропалинологические исследования над океанами // Геология морей и океанов. М.: ГЕОС, 2009. Т. 3. С. 101–103.

Тимофеев Б.В. Hystrichosphaeridae кембрия // Докл. АН СССР. 1955. Т. 106, № 1-2. С. 130-133.

Тимофеев Б.В. Споры докембрия // МГК. XX1 сессия. Доклады советских геологов. Стратиграфия и корреляция докембрия. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 10–12.

Percival M. Pollen presentation and pollen collection // The New Phytologist. 1950. V .49. P. 15–23.

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЗРЕЗАХ РОВНЕНСКО-СЫРСКОЙ МУЛЬДЫ БАЛАХТИНСКОГО ПРОГИБА ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ (КАНСКО-АЧИНСКИЙ БАССЕЙН, ЮГ СРЕДНЕЙ СИБИРИ)

И.В. Смокотина

АО «Сибирское ПГО», Красноярск, Smokotina@list.ru

BIOSTRATIGRAPHIC SUBDIVISION OF THE MIDDLE JURASSIC SEDIMENTS IN THE SECTIONS ROVNENSKO-SYRSKAJA DEPRESSION OF BALAKHTA TROUGH BY PALYNOLOGICAL DATA (KANSK-ACHINSK BASIN, SOUTH OF MIDDLE SIBERIA)

I.V. Smokotina

JC "Siberian PGO", Krasnoyarsk

Obtained new data on the middle Jurassic palynostratigraphy in sections of Rovnenko-Surskoe the mold Balakhta trough (Kansk-Achinsk basin). Assemblages of Bajocian-Bathonian established in the sections of coal mine near the village of Toluk and 8 well. Analysis of the species composition of spore-pollen complexes showed similarity with the complexes of the adjacent regions, palynostratigraphy scale of Northern Siberia. The appearance in the composition thermophilic representatives of the Euro-Sinian phytogeographical province reflects the restructuring of the flora of southern Siberia at the turn of the Bajocian-Bathonian.

Key words: Jurassic palynostratigraphy, Kansk-Achinsk Basin.

Балахтинский прогиб – синклинальная структура субширотного простирания - расположен в западной части Канско-Ачинского бассейна. В пределах прогиба выделяются Кызыкчульская, Ровненско-Сырская, Пашенская мульды.

При проведении геологической съемки масштаба 1:200 000 АО «Сибирское ПГО» на площади Балахтинского прогиба одновременно шли палиностратиграфические исследования. Исследователями в ходе предшествующей крупномасштабной съемки масштаба 1:50 000 (Берзон и др., 1991) был собран богатый биостратиграфический материал, позволяющий проводить детальные определения возраста изучаемых отложений. Автором были получены новые палиностратиграфические материалы. При изучении разреза среднеюрских отложений в карьере у пос. Тойлук Ровненско-Сырской мульды были отобраны пробы со спорово-пыльцевым материалом хорошей сохранности (рис. 1). Получены палиноспектры байос-раннебатского возраста. Ранее в геологических разрезах данного района фиксировались отложения аален-байосского яруса средней юры (Берзон, 2006; Гаврилин, Озерский, 1996).

В карьере, расположенном у п. Тойлук на левом борту р. Тойлук, над угольным пластом «Нижнесырский» (?) вскрываются (снизу вверх):

1. Алевролиты серые, тонкогоризонтально слоистые за счет прослоек углистых. Мощность 3,0-4,0 м.

2. Алевролиты бурые с железистыми конкрециями размером до 10 см. Мощность 2,5 м.

3. Углистые алевролиты с прослоями аргиллитов буро-желтых. Мощность 1,0–1,5 м.

4. Песчаники серые среднезернистые до мелкозернистых, неясно-косослоистые, полимиктовые, с глинистым цементом, слабо литифицированные, с намывами растительного детрита. Мощность 2,0 м.

Общая мощность изученного разреза 10 м.

Палинокомплекс, полученный из проб 31033-5, 31033-6, 31033-7, 31033-8 из алевролитов серых, бурых выше угольного пласта разреза карьера у пос. Тойлук, характеризуется (рис. 2):

· преобладанием в общем таксономическом составе спор папоротников и мхов (54,2–62,8%) над пыльцой голосеменных;

• доминированием в споровой части комплекса *Cyathidites* spp., *Leiotriletes* spp., *Leiotriletes* spp., *Leiotriletes* (тип *Hausmannia*), *Osmundacidites* sp., *O. jurassicus* (K.-M.) Kuzitch., *Stereisporites* spp. (S. psilatus (Ross) Couper, S. incertus (Bolch.) Sem., S. compactus (Bolch.) Il., S. congregatus (Bolch.) Schulz), *Lycopodiumsporites* spp. (L. subrotundus (K.-M.) Vinogr., L. marginatus Si-

ngh.), Tripartina variabilis Mal., T. paradoxa Mal., в пыльцевой – моносулькатной пыльцы Ginkgocycadophytus, двухмешковой пыльцы Pseudopicea spp. (P. sp., P. magnifica Timosch.), Disaccites, Podocarpidites multesimus (Bolch.) Chlon.;

• постоянным присутствием в составе характерных среднеюрских видов: спор *Dicksonia* densa Bolch. (до 5,0%), *Neoraistrickia rotundiformis* (Taras.) K.-M., *Lycopodiumsporites intortivallus* Sach. et II., пыльцы *Pinus divulgata* Bolch.;

· появлением теплолюбивых представителей Евро-Синийской палеофитогеографической провинции: *Lophotriletes torosus* Sach. et Il., *Callialasporites dampieri* (Balme) Dev., *Classopollis* sp.;

• присутствием в качестве сопутствующих (менее 5,0%) миоспор Hymenozonotriletes bicycla (Mal.) Sach. ex Fradk., Pteridaceae, Auritulina sp., Clathropteris obovata var. magna Tur.-Ket., Pilasporites marcidus Balme, Salviniaceae, Dipteridaceae, Obtusisporites junctus (K.-M.) Pocock., Camptotriletes cerebriformis Naum. ex Jarosh., Araucariacites pexus Sach ex Kosenk., Piceapollenites variabiliformis (Bolch.) M.Petr., Protoconiferus funarius (Naum.) Bolch., Sciadopityspollenites multiverrucosus Sach. et II., Quadraeculina limbata Mal., Cycadopites dilucidus (Bolch.) II., Picea exilioides Bolch. (рис. 2).

В этом же районе аналогичный комплекс прослежен в одновозрастных отложениях выше угольного пласта в разрезе скв. 8 в инт. 11,0–50,0 м. В таксономическом составе палинокомплекса преобладают споры папоротников и мхов над пыльцой голосеменных растений. В споровой части доминируют *Cyathidites* spp., *Leiotriletes* spp., *Leiotriletes* (тип *Hausmannia*), *Tripartina variabilis* Mal., меньше Osmundacidites sp., *Clathropteris obovata* var. magna Tur.-Ket., *Lycopodiumsporites* spp., *Dictyophyllidites* sp., Dipteridaceae, *Stereisporites* spp., Pteridaceae, *Pilasporites marcidus* Balme, *Hymenozonotriletes bicycla* (Mal.) Sach. ex Fradk. Среди пыльцы преобладают *Ginkgocycadophytus*, *Disaccites*, *Pseudopicea* spp., немного *Podocarpidites* spp., *Cycadopites dilucidus* (Bolch.) II., *Araucariacites pexus* Sach ex Kosenk., *Quadraeculina limbata* Mal., *Protoconiferus funarius* (Naum.) Bolch., *Piceapollenites* spp. Xapaктерны типичные среднеюрские споры *Neoraistrickia rotundiformis* (Taras.) K.-M. (до 9,4%), *Dicksonia densa* Bolch., пыльца *Pinus divulgata* Bolch., встречены теплолюбивые формы *Lophotriletes torosus* Sach. et II., *Classopollis* sp. Присутствуют зигнемовые водоросли *Ovoidites* sp., *Aletes striatus* Sach. et II., празинофиты *Pterospermella* sp.

По основным чертам (повышенное содержание в составе характерных среднеюрских видов: спор *Dicksonia densa* Bolch. (до 5,0%), *Neoraistrickia rotundiformis* (Taras.) К.-М. (до 9,4%), *Lycopodiumsporites intortivallus* Sach. et II., пыльцы *Pinus divulgata* Bolch.; появле-



Рис. 1. Обзорная карта расположения разрезов: 1 – Канско-Ачинский угольный бассейн, 2 – район изучения, 3 – опорная скважины, 4 – населенные пункты



Рис. 2. Споры и пыльца из среднеюрских отложений Канско-Ачинского бассейна. Длина масштабной линейки 20 мкм. Фиг. 1. Stereisporites psilatus (Ross) Pflug, т.н. 31033-6. Фиг. 2. Stereisporites incertus (Bolch.) Sem., т.н. 31033-6. Фиг. 3. Stereisporites congregatus (Bolch.) Schulz, т.н. 31033-6. Фиг. 4. Lycopodiumsporites marginatus Singh, т.н. 31033-6. Фиг. 5, 6. Leiotriletes (тип Hausmannia): 5 – скв. 8, гл. 29,0 м; 6 – т.н. 31033-2. Фиг. 7. Pteridaceae, т.н. 31033-6. Фиг. 8. Cyathidites sp., т.н. 31033-2. Фиг. 9, 10. Dicksonia densa Bolch.: 9 – скв. 8, гл. 29,0 м; 10 – т.н. 31033-6. Фиг. 11. Neoraistrickia rotundiformis (K.-M.) Taras., т.н. 31033-6. Фиг. 12–15. Lophotriletes torosus Sach. et II.: 12–14 – скв. 8, гл. 29,0 м; 15 – т.н. 31033-6. Фиг. 16. Salviniaceae, т.н. 31033-2. Фиг. 20, 21. Hymenozonotriletes bicycla (Mal.) Sach. ex Fradk., т.н. 31033-2. Фиг. 22. Osmundacidites sp., т.н. 31033-2. Фиг. 23. Ginkgocycadophytus, т.н. 31033-2. Фиг. 24. Cycadopites dilucidus (Bolch.) II., т.н. 31033-6. Фиг. 25, 26. Classopollis sp.: 25 – скв. 8, гл. 50,0 м; 26 – скв. 8, гл. 29,0 м. Фиг. 27, 28. Pinus divulgata Bolch., т.н. 31033-6. Фиг. 29. Pseudopicea magnifica Timosch., т.н. 31033-6. Фиг. 30. Podocarpidites multesimus (Bolch.) Chlon., т.н. 31033-6. Фиг. 31. Piceapollenites sp., т.н. 31033-2. Фиг. 32. Protoconiferus funarius (Naum.) Bolch., т.н. 31033-6. Фиг. 33. Araucariacites pexus Sach. et Kosenk., т.н. 31033-6. Фиг. 34, 35. Quadraecullina limbata Mal., т.н. 31033-6
ние теплолюбивых видов *Lophotriletes torosus* Sach. et Il., *Callialasporites dampierii* (Balme) Dev., Classopollis sp.) комплексы сближаются с палинокомплексами байоса и раннего бата из итатской свиты Канско-Ачинского бассейна (Решения., 1981; Ильина, 1985; Смокотина, 2006), палиностратиграфической шкалы севера Сибири (Никитенко и др., 2013).

Палиноспектры, установленные из проб 31033-1, 31033-2, 31033-4 из пласта угля и углистых алевролитов в нижней части разреза в карьере у пос. Тойлук, характеризуются:

преобладанием в общем таксономическом составе спор папоротников и мхов (до 61,5%) над пыльцой голосеменных; заметным содержанием спор *Cyathidites* spp., *Leiotriletes* spp., *Leiotriletes* (тип *Hausmannia*), *Osmundacidites* sp. (до 7,5%), *O. jurassicus* (K.-M.) Kuzitch., *Tripartina variabilis* Mal. (до 5,0%), *T. paradoxa* Mal., *Stereisporites* spp., *Lycopodiumsporites* spp., пыльцы *Ginkgocycadophytus*, *Pseudopicea* spp. (*P.* sp., *P. magnifica* Timosch.), *Disaccites*;

• присутствием в небольшом количестве характерных среднеюрских видов: спор Dicksonia densa Bolch., Neoraistrickia rotundiformis (Taras.) К.-М., пыльцы Pinus divulgata Bolch.; сопутствующих (менее 5,0%) спор Hymenozonotriletes bicycla (Mal.) Sach. ex Fradk., Pteridaceae, Dictyophyllidites sp., Auritulina sp., Clathropteris obovata var. magna Tur.-Ket., Pilasporites marcidus Balme, Salviniaceae, Dipteridaceae, Obtusisporites junctus (K.-M) Pocock, пыльцы Araucariacites pexus Sach. ex Kosenk., Pinuspollenites sp., Piceapollenites spp., Sciadopityspollenites spp., Cycadopites dilucidus (Bolch.) II., Quadraeculina limbata Mal., Podocarpidites spp., Protoconiferus funarius (Naum.) Bolch. Отмечаются зигнемовые водоросли Ovoidites sp.

В ааленско-байосское время на площади изучаемого региона была широко распространена типичная мезофитная растительность в условиях гумидного климата с преобладанием папоротников, селившихся на аллювиальных равнинах. Рельеф имел вид равнинного озерно-болотного ландшафта, лишь небольшие возвышенности были покрыты лесами из сосновых, араукариевых и гинкговых. Пышная растительность, благоприятные условия для захоронения растительных остатков способствовали накоплению мощных пластов угля во впадинах. Появление в изученных палинокомплексах миоспор теплолюбивых представителей Евро-Синийской субтропической фитогеографической провинции отражает начавшуюся перестройку флоры юга Сибири на рубеже байоса и бата.

Установленные палинокомплексы, прослеженные в одновозрастных разрезах сопредельных территорий, сопоставленные с палиностратиграфической шкалой севера Сибири, уточняют возраст местных стратиграфических подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Берзон Е.И., Зорин В.Т., ШаталинаТ.А. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые восточной части Балахтинской впадины. (Отчет Балахтинской партии о результатах группой геологической съемки масштаба 1:50 000 с общими поисками, проведенных в 1986-1991 гг. на Балахтинской площади. Листы: N-46-3-B, Г, -15-A, Б, В, Г, -16-A, Б, В, Г). Красноярск, Красноярский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», 1991. Т. 1. 294 с.

Берзон Е.И. Стратиграфия и угленосность юрских отложений Канско-Ачинского бассейна. Красноярск: ФГУГП Красноярскгеолсъемка, 2006. 97 с.

Гаврилин К.В., Озерский А.Ю. Канско-Ачинский угольный бассейн. М.: Недра, 1996. 272 с.

Ильина В.И. Палинология юры Сибири. М.: Наука, 1985. 237 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.

Решения III Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири. Новосибирск, 1981. 91 с.

Смокотина И.В. Палиностратиграфия юрских отложений Канско-Ачинского бассейна. Красноярск: ФГУГП Красноярскгеолсъемка, 2006. 97 с.

ПАЛИНОМОРФЫ В ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДОЛИНЫ ГРЕНДАЛЕН (О. ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН)

Д.А. Соловьева¹, Л.А. Савельева¹, С.Р. Веркулич², Э.П. Зазовская³

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, ultimuscaurus@gmail.com, l.savelieva@spbu.ru ²Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, verkulich@mail.ru ³Институт географии РАН, Москва, zaszovsk@gmail.com

PALYNOMORPHS IN THE POSTGLACIAL SEDIMENTS FROM THE GRONDALEN VALLEY (WESTERN SPITSBERGEN ISLAND)

D.A. SOLOVEVA¹, L.A. SAVELIEVA¹, S.R. VERKULICH², E.P. ZAZOVSKAYA³ ¹St. Petersburg State University, St. Petersburg ²Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg ³Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow

Results of palynomorph findings including dynoflagellats, algae, prequaternary pollen and spores from Quaternary deposits of the Grondalen valley (Western Spitsbergen Island) are presented in the paper. The obtained data allowed us to establish three sedimentation stages.

Key words: palynomorphs, pollen analysis, Late Pleistocene and Holocene.

Изучаемый разрез четвертичных отложений, мощностью 3,7 м, расположен в приустьевой части долины Грендален (о. Западный Шпицберген) на высоте около 16 м над уровнем моря. В 2015 г. в ходе полевых работ палеогеографической партии ААНИИ С.Р. Веркуличем было произведено подробное литологическое описание и отбор образцов по всей толще разреза. К настоящему моменту в ЦКП "Лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» под руководством Э.П. Зазовской были получены 4 радиоуглеродные датировки, позволяющие судить о периоде накопления отложений – поздний плейстоцен – голоцен (последние ~ 14 500 лет).

На спорово-пыльцевой анализ и изучение палиноморф было отобрано 20 проб из каждого горизонта. Лабораторная обработка проб выполнена в научной лаборатории «Геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана» им. В.П. Кеппена, СПбГУ. Предварительная обработка проб проведена по стандартной методике для спорово-пыльцевого анализа с применением тяжелой жидкости с удельным весом 2,29 г/см³ (Гричук, Заклинская, 1948) и последующей очистки от пеллитовых частиц при помощи ультрозвуковой ванны (Сwynar et al., 1979). Определение и подсчет микрофоссилий выполнены с использованием микроскопа Микромед 3 с увеличением 400.

Общая насыщенность препаратов микрофоссилиями низкая. По результатам споровопыльцевого анализа построена диаграмма, на которой отмечено присутствие палиноморф. По характерным изменениям в составе спорово-пыльцевых спектров выделены четыре пыльцевые зоны. Кроме того, выявлено большое содержание дальнезаносной пыльцы, например, сосны (рис. 1, А). В общем составе спорово-пыльцевых спектров велика роль дочетвертичных микрофоссилий, количество которых соизмеримо или значительно выше содержания четвертичных, среди которых зафиксированы хорошо сохранившиеся зерна Pinaceae и споры (рис. 1, Б, В, Г). Кроме того, отмечено присутствие в образцах водных палиноморф, представленных динофлагеллятами (Dinoflagellata) и нитчатыми водорослями.

Динофлагелляты – одноклеточные микроорганизмы, обитающие практически во всех типах континентальных и морских водоемов. В морях Евразийской Арктики они наряду с диатомеями являются основным компонентом фитопланктона и играют ведущую роль в создании первичной продукции. Клетки динофлагеллят подвержены быстрому разрушению, однако жизненные циклы некоторых видов включают стадии покоя, называемые цистами. Считается, что цисты динофлагеллят образуются на репродуктивной стадии их жизни. Цисты динофлагеллят состоят из органического вещества диноспорина, который по своим свойствам и составу близок к оболочкам пыльцы и спор растений, чем обусловле-



Рис. 1. Микрофоссилии в разрезе Грендален: А – *Pinus* sp., Б – Pinaceae, В, Г – неопределенные дочетвертичные споры

но сохранение их цист в осадках. (Taylor, 1987; Околодков, 2000; Клювиткина и др, 2009). Большинство известных к настоящему времени видов динофлагеллят (около 90% видов) относится к морским организмам (Taylor, 1987; Клювиткина и др, 2009).

В ходе изучения образцов, были обнаружены цисты динофлагеллят предположительно четвертичного и дочетвертичного возраста (рис. 2, А, Б.). Основой для выделения динофлагеллят дочетвертичного возраста стала высокая степень минерализации некоторых цист и их плохая сохранность. Находки дочетвертичных динофлагеллят встречаются по всему разрезу, за исключением верхних образцов (0–35 см). Появление, предположительно, четвертичных хорошо сохранившихся динофлагеллят приурочено к образцам из нижней части разреза (310–315 см), кроме того, единичные цисты встречаются на глубинах 35–58 см и 110–115 см.

Среди находок водорослей определены зигнемы. Водоросли данного порядка чрезвычайно распространены во всех пресных водоемах Земного шара. Появление в образцах данных микрофоссилий явно свидетельствует о пресноводных условиях. Находки зигнем приурочены к глубинам 35–58 см.

Отложения по всему разрезу насыщены углистыми частицами, что объясняется наличием пластов каменного угля в коренных породах в окрестностях точки наблюдений (рис. 1, 2). В частности, большое количество углистых частиц на глубинах 155–310 см может свидетельствовать об активной фазе осадконакопления. Об этом же позволяют судить особенности литологии отложений в этой части разреза и отсутствие четвертичных микрофоссилий.

На основе результатов проведенных работ по изучению палиноморф в разрезе четвертичных образований в долине Грендален и сопоставления полученных данных с результатами спорово-пыльцевого анализа были сделаны следующие выводы:

- нижняя часть разреза накапливалась в предположительно морских условиях, о чем свидетельствуют находки четвертичных динофлагеллят (310–315 см);
- для средней части разреза характерна высокая динамика осадконакопления, вероятно, данная толща (155–310 см) формировалась в условиях изменения уровня моря;



Рис. 2. Микрофоссилии: А, Б – колонии водорослей

 отложения верхней части разреза формировались в условиях изолированного бассейна, о чем свидетельствуют находки пресноводных водорослей. Возможно, в ходе осадконакопления существовали эпизоды проникновения морских вод, свидетельством чего являются редкие находки динофлагеллят.

Полученные данные являются предварительными. Дальнейшее комплексное изучение образцов четвертичных образований в долине Грендален, включающее и диатомовый анализ, позволит создать детальную реконструкцию природных условий на изучаемой территории в голоцене – позднем плейстоцене.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гричук В.П., Заклинская Е.А. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М.: Географгиз, 1948. 223 с.

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) // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: современное состояние и история развития. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2009. С. 448–465.

Околодков Ю.Б. Динофлагеллаты (Dinophyceae) морей Евразийской Арктики: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. СПб.: Ботанический ин-т, 2000. 50 с.

Cwynar L.C., Burden E., McAndrews J.H. An inexpensive sieving methods for concentrating pollen and spores from fine-graned sediments // Can. J. Earth Sci. 1979. V. 16. P. 1115–1120.

Taylor F.J.R. The biology of dinofiagellates // Botanical Monographs. 1987. V. 21. P. 269–281.

ЗОНАЛЬНЫЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ РАЗНОФАЦИАЛЬНЫХ КОСЬВИНСКО-ТУЛЬСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО (ПЕРМСКОЕ ПРИКАМЬЕ) И ТИМАНО-ПЕЧОРСКОГО СУБРЕГИОНОВ

Т.В. Стукова

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми, Пермь, stukova tatyana@mail.ru

ZONAL PALYNOLOGICAL SCALES OF KOSVINIAN-TULIAN MULTIFACIAL DEPOSITS FROM VOLGA-URAL (PERM KAMA AREA) AND TIMANO-PECHORA SUBREGIONS

T.V. STUKOVA

Limited Liability Company LUKOIL-Engineering PermNIPIneft, Perm Branch Office, Perm

Zonal scales are developed for the Volga-Ural and Timano-Pechora subregions on the base of palynological studies of Carboniferous multifacial deposits. Defined palynological zones are correlated with standard regional palynological and foraminiferal successions.

Key words: regional zonal scales, spores, Volga-Ural and Timano-Pechora subregions.

В сопредельных Волго-Уральском и Тимано-Печорском субрегионах косьвинско-тульские отложения являются промышленно нефтегазоносными. Эти отложения имеют сложное геологическое строение, вопросы их детального расчленения и корреляции всегда актуальны. В создании надежной стратиграфической основы продуктивного комплекса палиностратиграфия играет важную роль.

Зональная палинологическая шкала нижнекаменноугольных отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (ВУНГП) была разработана Т.В. Бывшевой (1985). Позднее на большом количестве фактического материала Т.В. Стуковой (2010) была создана зональная палинологическая шкала для разнофациальных косьвинско-тульских терригенных отложений Пермского Прикамья (северо-восток ВУНГП). Эта шкала более детальная и обоснованная. Для определения палинозон используются дополнительные виды-индексы, которые устойчиво присутствуют в комплексах (1–1,5% от общего количества палиноморф) и надежно фиксируют их нижние границы. Это обеспечивает определение более полного объема палинозон и их смыкаемость, что повышает критерий надежности расчленения отложений. Также отличительной чертой зональной палинологической шкалы Пермского Прикамья является то, что она разработана с учетом генезиса косьвинско-тульских отложений (Сташкова, Стукова, 2009; Стукова, 2016).

В результате дальнейших исследований в палинологическую зональную шкалу, разработанную для косьвинско-тульских отложений Пермского Прикамья (Стукова, 2010; Стукова, 2016), автором внесено (табл. 1) важное изменение: упразднен предложенный ранее дополнительный (второй) вид-индекс *Lycospora pusilla* (Ibrahim) Somers для среднерадаевской палинологической зоны. Эта зона соответствует среднерадаевскому трансгрессивному циклу накопления осадков на территории Волго-Уральского субрегиона. Среднерадаевская палинозона представлена неравномерным чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов. В ряде случаев эти образования имеют очень незначительную мощность (2–5 м) и диагностируются в разрезе только по спорово-пыльцевым комплексам. Поэтому достоверная идентификация среднерадаевской палинозоны имеет большое значение. В последнее время по палинологическим материалам в ряде скважин Пермского Прикамья установлено, что вид *L. pusilla* впервые устойчиво (1–1,5% от общего количества палиноморф) появляется в косьвинском горизонте и, поэтому, не может быть видом-индексом среднерадаевской палинозоны. Другой вид, удовлетворяющий требованиям, предъявляемым к дополнительному виду-индексу, для этой палинозоны пока не найден.

Автор этой статьи провела большую работу по анализу таксономического состава миоспоровых комплексов и актуализации номенклатуры таксонов. Анализ таксономического состава показал большое сходство миоспоровых комплексов сопредельных территорий, входящих в Еврамерийскую палеофлористическую область. В своей работе автор использовала собственные материалы по определениям миоспор 90-х годов прошлого века (после частичной переинтерпретации) и результаты современных исследований, а также учитывала опубликованные данные других специалистов-палиноло-гов (Дуркина, 1975; Костыгова, 2004; Рябинкина 2006; Мосейчик, Рябинкина, 2012; Стукова, 2017а,б).

Анализ этих данных позволил более точно определить виды-индексы, доминирующие в миоспоровых комплексах, уточнить их фациальную зависимость. Однако для выбора вторых видов-индексов, устойчиво появляющихся в разрезе и определяющих нижнюю границу палинозон, материала пока недостаточно. Следует отметить, что опубликованных результатов палинологических исследований гораздо меньше, чем тех, которые вошли в производственные отчеты геологических организаций. К сожалению, в настоящий период они недоступны для проведения обобщающих работ.

Тем не менее, тщательное изучение миоспоровых комплексов позволило выявить стратиграфический уровень первого появления вида *L. pusilla* в разрезах Тимано-Печорского субрегиона. Также, как и в разрезах Пермского Прикамья, этот вид зафиксирован в косьвинском горизонте.

В результате разработан рабочий вариант зональной палинологической шкалы разнофациальных косьвинско-тульских отложений Тимано-Печорского субрегиона и выполнено ее сопоставление со шкалой Пермского Прикамья, а также с унифицированными шкалами по фораминиферам и спорам (табл. 1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бывшева Т.В. Зональные комплексы спор и стратиграфия турнейского и визейского ярусов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Атлас спор и пыльцы нефтегазоносных толщ фанерозоя Русской и Туранской плит. М.: Недра, 1985. С. 14–21.

Дуркина А.В. Разрез нижнекаменноугольных отложений скв. 1 Нарьян-Мар // Геология и полезные ископаемые Тимано-Печорской провинции. Сб. статей. Вып. III. Сыктывкар, 1975. С. 65–70.

Костыгова П.К. Печорский палеобассейн в визейском и серпуховском веках и фораминиферы нижнего визе. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 204 с.

Мосейчик Ю.В., Рябинкина Н.Н. К познанию визейской флоры Печорского Приуралья // Lethaea rossica. 2012. Т. 6. С. 1–22.

Рябинкина Н.Н. Условия формирования и перспективы нефтегазоносности визейского терригенного комплекса Печорского бассейна. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 104 с.

Сташкова Э.К., Стукова Т.В. Новое в биостратиграфии турнейско-визейских отложений на северо-востоке Волго-Урала // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ВНИИОЭНГ, 2009. № 11. С. 80–84.

Стукова Т.В. Палиностратиграфия верхнетурнейско-визейских (косьвинско-тульских) терригенных отложений Пермского Прикамья: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Пермь: ООО «ПермНИПИнефть», 2010. 23 с.

Стукова Т.В. Региональная палиностратиграфическая схема разнофациальных продуктивных отложений нижнего карбона Пермского Прикамья (Пермский край) // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. Мат-лы Межведомств. рабочего совещания. СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. С. 168-170.

Стукова Т.В. Палинологическая характеристика разнотиповых разрезов визейских терригенных отложений Тимано-Печорского региона // Сб. науч. тр. XIV Всеросс. палин. конф. М.: МГУ, 2017а. С. 336–339.

Стукова Т.В. Палиностратиграфия разнофациальных косьвинско-тульских отложений Волго-Уральского (Пермское Прикамье) и Тимано-Печорского субрегионов (корреляция) // Планетарные системы верхнего палеозоя биостратиграфия, геохронология и углеводородные ресурсы. Сб. тезисов. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017б. С. 192.

ам косъвинско- ано-Печорского убликация)	ю спорам)	IIIMIII			iabilis	Knoxisporites literatus	Gorgonispora appendices	Monilospora culta	Knoxisporites multiplicabilis			
t по спор. ний Тима данная пу	ы, слои г	IIIM	TMIIIM	latus	porites var							
ая шкала по спорам косьвинско-тульских й Волго-Уральского субрегиона (Пермское е) (Стукова, 2010; Стукова, 2016; Стукова, 2018)	удразделения (зон конакопления	уГШ		Cingulizonates bia	orites ilis - ouriletes osus						Monilospora variomarginata	Tuberculispora exigua - Triquitrites batillatus
	вки осал	K					atus - uscula	udices - es				
	играфич обстанов			s – rmis			orites liter ora rugosi	ora apper turasporit aliculatus		tes urospora	spora ginata - atriletes iscus	sporites us - lispora ua
	биострат	ШМП		tates bialatu orites. pirofo	Vallatisp variabi	Camarozon granulo	Knoxispo Auroraspo	Gorgonisp Cinct can	ra culta - ?	Knoxisporit blicabilis - M aurita	Monilos variomarg Euryzono macrod	Pustulatis uncat Tubercul exigi
	неские и	MIII	тши	ingulizon mulatispo					lonilospo	multij		a exigua quitrites ts
	ратиграфич	VTIII	TallIV	5 6]		Tuberculispor batillatı	
Зоналы отложени Приками	ц Ц	тодгоризонт			2	иннхдээ	йннжин	верхний	средний	йннжнн	верхний	йинжин
атиграфические о и верхнего ой платформ СС, 1990; МСК, 2008)	зона по спорам			Cingulizonates bialatus - Simozonotriletes brevispinosus	Vallatisporites variabilis	Vallatisporites intermedius	Knoxisporites literatus	Gorgonispora appendices	Lycospora pusilla - Monilospora culta	Knoxisporites multiplicabilis	Monilospora variomarginata - Vallatisporites genuinus	Tuberculispora exigua
нальные стр. змы среднего возоя Русски ешение МР гановление 1	т	ноеі	ropr	тульский	бобриков- ский			радаевский			косквин-	ский
Регион схе Пал (Р	тногидолдан			цимэмо	цимэкижом				вский	онидлт		
Биостратиграфические зоны, принятые в России (Постановление МСК, 2008)	Биостратиграфические зоны, принятые в России (Постановление МСК, 2008 Фораминиферы			Endothyranopsis compressa - Propermodiscus kokijubensis	Uralodiscus rotundus			Eoparastaffella simplex - Eoendothyranopsis donica			Endothyra elegia - Eotextularia diversa	
СШ		отдел Эүдк		динэдэгия динэдэнdүг динжин								
	ŧ	БМЭТОНО		вена тотуоннымем								

Таблица 1. Сопоставление зональных шкал по спорам разнофациальных косьвинско-тульских отложений Волго-Уральского и Тимано-Печорского субрегио-нов. Обозначения обстановок осадконакопления: УГШ – умеренно глубоководно-шельфовая; МШ – мелководно-шельфовая; МШкт – мелководно-шельфовая с карбонатно-терригенными осадками; МШт – мелководно-шельфовая с терригенными осадками; ПМШ – прибрежно-мелководно-шельфовая; К – континентальная

ВЕБСАЙТ И БАЗА ДАННЫХ ПО НЕПЫЛЬЦЕВЫМ ПАЛИНОМОРФАМ: ПРОБЛЕМАТИКА И РЕАЛИЗАЦИЯ

Л.С. Шумиловских^{1, 2}, Е.С. Шумиловских³

¹Томский государственный университет, Томск ²Геттингенский университет им. Георга-Августа, Геттинген, Германия, shumilovskikh@gmail.com; ³Эвола, Москва, shumilovskih_es@mail.ru

NON-POLLEN PALYNOMORPHS WEBPAGE AND DATABASE: CHALLENGE AND IMPLEMENTATION

L.S. SHUMILOVSKIKH^{1, 2}, E.S. SHUMILOVSKIKH³

¹Tomsk State University, Tomsk ²Georg-August-University of Göttingen, Göttingen, Germany ³Evola, Moscow

Non-pollen palynomorphs (NPP) represent a large group of microscopic remains found in palynological slides beside pollen. Starting with studies by Bas van Geel and colleagues, large numbers of new described types are published every year. In order to get an overview to the wide world of these "extra fossils" in pollen slides, we create a webpage http://nonpollenpalynomorphs.tsu.ru/ aiming to gather information about NPP, structure it by nomenclature and taxonomy and help by identification.

Key words: non-pollen palynomorphs, Quaternary, palynology, database.

Морфологически определяемые микрообъекты неизвестной природы привлекали внимание исследователей с самого зарождения споро-пыльцевого анализа (Rudolph, 1917; Hesmer, 1929). Однако их систематический анализ в палинологических образцах начинается с работ Bas van Geel (1972, 1978), где он документирует все микрообъекты из торфяников севера Германии и Нидерландов, последовательно нумеруя их, впоследствии определяет, насколько возможно, таксономическую принадлежность и дает палеоэкологическую характеристику контекста. Эти объекты получают название «непыльцевые палиноморфы» (non-pollen palynomorphs) или сокращенно НПП (NPP). Метод приобретает попуряность и в настоящий момент подобные исследования проводятся по всему миру (Montoya et al., 2010; Van Geel et al., 2011; Shumilovskikh et al., 2015а), а количество НПП в настоящий момент превысило тысячу описанных объектов и продолжает расти (Miola, 2012).

Популярность метода основана на большом спектре деталей палеореконструкций. Применение в палеоэкологических исследованиях таких НПП как споры копротрофных грибов дает оценку времени вымирания мегафауны (Gill et al., 2009), а также помогает выяснить детали диеты мамонтов (Van Geel et al., 2010). Такие НПП как водоросли, остатки нанофауны, споры грибов позволяют дать локальную характеристику окружающей среды (Kuhry, 1997; Shumilovskikh et al., 2015а; Djamali et al., 2016), а также оценивать процессы пожаров и эрозии в прошлом (Van Geel, Aptroot, 2006). Большое применение НПП нашли в археологии и реконструкциях среды обитания человека. Например, использование спор копротрофных грибов помогает определить пастбищную нагрузку (Lehmkuhl et al., 2011). Яйца кишечных заболеваний человека позволяют отследить палеопаразитологию человека и перемещение болезней (Brinkkemper, Van Haaster, 2012). Помимо четкой документации проводятся специальные исследования, направленные на идентификацию НПП и эксперименты с ними. Так идентификация спор грибов Potamomyces (Schlütz, Shumilovskikh, 2013) и Megalohypha aqua-dulces (Shumilovskikh et al., 2017), сведение экологических и геологических данных позволили расширить познания о географии, палеогеографии и эволюции этих таксонов. Применение индикаторных НПП в палеоисследованиях привели к открытию существования мхов Sphagnum в Иране (Kürschner et al., 2015), неизвестных в современной флоре, а также отследить гиперпаразитизм в течение голоцена (van Geel et al., 2006). Экспериментальные исследования очертили применимость спор микоризных грибов Glomus в качестве индикаторов эрозии к разным типам геоархивов (Kołaczek et al., 2013). Использование экологических знаний в палеоэкологии позволило оценить детали процессов движения вещества на уровне биогеосистем в прошлом (Shumilovskikh et al., 2015b). Таким образом, изучение НПП открывает большой потенциал для реконструкций окружающей среды, более глубокого понимания палеоэкологии, палеогеографии и эволюции таксонов, оценки потоков вещества и энергии биогеоценозов.

Несмотря на информативность НПП для реконструкций палеосреды, исследования этих микрообъектов до сих пор является спорадическим и несистематизированным (Miola, 2012). Во-первых, это связано с трудоемкостью и времязатратностью документации всех встреченных типов НПП в отложениях, так как общий протокол описания не разработан. Во-вторых, существует большая проблема таксономической идентификации НПП, так как единого справочника или коллекции по имеющимся НПП не существует, а большое морфологическое разнообразие и сохранность частей вместо целого затрудняет определение НПП иногда даже на уровне царства. В-третьих, без идентификации палеоэкологическая интерпретация бывает затруднена и проводится на основе косвенных данных. Все эти проблемы затормаживают исследования НПП.

В рамках проекта РФФИ 16-35-60083 «Совершенствование методов изучения непыльцевых палиноморфов в свете решения научно-практических задач и фундаментальных проблем палеоэкологии и геоархеологии» мы поставили задачу структуризации существующего многообразия НПП с помощью создания электронных ресурсов. Для этого мы создали вебсайт и развиваем базу данных по НПП.

Вебсайт расположен на сервере Томского государственного университета по адресу http://nonpollenpalynomorphs.tsu.ru/_(рис. 1). Технические характеристики сервера: MySQL 5.5.30, PHP 5.4.29. Вебсайт и база данных написаны с использованием HTML, CSS, JS, PHP, mySQL.

На первой странице Ноте публикуются новости из мира НПП, как например, новые публикации, планируемые конференции или семинары. Здесь же можно подписаться на рассылку новостей. Страница Definition дает определение непыльцевых палиноморфов и историю развития этого направления в палеоэкологии. На странице Major groups приводятся основные крупные таксоны, к которым принадлежат НПП, и их основная биологическая и экологическая характеристика с рекомендацией дополнительной литературы. На странице Nomenclature находится доступ к базе данных НПП, подробности о которой мы приведем ниже. Страница Search разрабатывается для поиска НПП по определенным морфологическим признакам. Далее приводится список известных публикаций по НПП на странице Literature. В заключение, на странице Contacts можно найти информацию о разработчиках и редакторах сайта и базы данных.

Для рассылки новостей созданы две таблицы:

• NewsNPP «Опубликованные новости НПП»

• MAIL TAB «Список email для рассылки новостей».

При создании новости одновременно с публикацией на сайте она отправляется всему email листу.

Для хранения информации по непыльцевым палиноморфам созданы таблицы (табл. 1). Связи между таблицами, названия и типы полей представлены на рис. 2.

Информация по каждому НПП берется из публикации оригинального описания с добавлением новых данных из последующих публикаций. Аббревиатуры названий типов делаются в соответствии с А. Miola (2012). По каждому типу дается следующая информация: название (суб)фоссильного таксона, его таксономическая принадлежность (если известно), крупный таксономический ранг, морфологическое описание типа, его индикаторное значение в палеоэкологии, соотвествие определенному таксону или нескольким, экология, карта известных находок таксона, первая публикация, список используемой литературы. В настоящий момент в базе находится информация по 145 типам НПП из 1179 уже описанных и по 237 литературным источникам.

Заполнение базы данных осуществляется группой специалистов-палинологов, работающих с НПП. Параллельно с этим, разрабатывается система морфологических критериев для организации поиска в базе данных. Интерфейс вебсайта и базы данных планируется сделать на русском и английском языках для расширения группы пользователей.



Рис. 1. Скриншот домашней страницы сайта по непыльцевым палиноморфам http://nonpollenpalynomorphs. tsu.ru/



Рис. 2. Организация базы данных по непыльцевым палиноморфам

Техническое название	Описание			
Citation	Публикации			
Groups	Группы палиноморфов			
Images	Изображения палиноморфов			
Records	Географические координаты архивов			
Туре	Информация о палиноморфах			
Type_to_group	Таблица соответствий групп			

Таблица. 1. Таблицы для хранения информации по НПП

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Brinkkemper O., Van Haaster H. Eggs of intestinal parasites whipworm (Trichuris) and mawworm (Ascaris): Non-pollen palynomorphs in archaeological samples // Rev. Palaeobot. Palynol. 2012. V. 186. P. 16–21.

Djamali M., Jones M.D., Migliore J. et al. Olive cultivation in the heart of the Persian Achaemenid Empire: new insights into agricultural practices and environmental changes reflected in a late Holocene pollen record from Lake Parishan, SW Iran // Vegetation History and Archaeobotany. 2016. V. 25. P. 255–269.

Gill J.L., Williams J.W., Jackson S.T. et al. Pleistocene Megafaunal Collapse, Novel Plant communities, and Enhanced Fire Regimes in North America // Science. 2009. V. 326. P. 1100–1103.

Hesmer H. Mikrofossilien in Torfen // Paläontol. Z. 1929. V. 11. P. 245-257.

Kołaczek P., Zubek S., Błaszkowski J. et al. Erosion or plant succession – How to interpret the presence of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota) spores in pollen profiles collected from mires // Rev. Palaeobot. Palynol. 2013. V. 189. P. 29–37.

Kuhry P. The palaeoecology of a treed bog in western boreal Canada: a study based on microfossils, macrofossils and physic-chemical properties // Rev. Palaeobot. Palynol. 1997. V. 96. P. 183–224.

Kürschner H., Shumilovskikh L.S., Djamali M., de Beaulieu J.-L. A late Holocene subfossil record of Sphagnum squarrosum Crome (Sphagnopsida, Bryophyta) from NW Iran // Nova Hedwigia. 2015. V. 100. P. 373–381.

Lehmkuhl F., Hilgers A., Fries S. et al. Holocene geomorphological processes and soil development as indicator for environmental change around Karakorum, Upper Orkhon Valley (Central Mongolia) // Catena. 2011. V. 87, N 1. P. 31–44.

Miola A. Tools for Non-Pollen Palynomorphs (NPPs) analysis: A list of Quaternary NPP types and reference literature in English language (1972–2011) // Rev. Palaeobot. Palynol. 2012. Vol. 186. P. 142–161.

Montoya E., Rull V., Van Geel B. Non-pollen palynomorphs from surface sediments along an altitudinal transect of the Venezuelan Andes // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2010. V. 297. P. 169–183.

Rudolph K. Untersuchungen über den Aufbau Böhmischer Moore. I. Aufbau und Entwicklungsgeschichte Südböhmischer Moore // Abh. K.K. zoologisch-botanischer Gesellschaft im Wien. 1917. Bd. 9. S. 1–116.

Schlütz F., Shumilovskikh L.S. On the relation of Potamomyces armatisporus to the fossil form-type Mediaverrunites and its taxonomical and ecological implications // Fungal Ecol. 2013. V. 6. P. 309–315.

Shumilovskikh L.S., Schlütz F., Achterberg I. et al. The development of the raised bog "Borsteler Moor" (Lower Saxony, Germany) based on non-pollen palynomorph data // Studia Quaternaria. 2015a. V. 32. P. 5–18.

Shumilovskikh L.S., Schlütz F., Achterber, I. et al. Pollen as nutrient source in Holocene ombrotrophic bogs // Rev. Palaeobot. Palynol. 2015b. V. 221. P. 171–178.

Shumilovskikh L.S., Ferrer A., Schlütz F. Non-pollen palynomorphs notes: 2. Holocene record of Megalohypha aqua-dulces, its relation to the fossil form genus Fusiformisporites and its association with lignicolous freshwater fungi // Rev. Palaeobota. Palynol. 2017. V. 246. P. 167–176.

Van Geel B. Palynology of a section from the raised peat bog "Wietmarscher Moor", with special reference to fungal remains // Acta Botanica Neerlandica. 1972. V. 21. P. 261–284.

Van Geel B. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals // Rev. Palaeobot. Palynol. 1978. V. 25. P. 1–120.

Van Geel B., Aptroot A. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits // Nova Hedwigia. 2006. V. 82. P. 313-329.

Van Geel B., Aptroot A., Mauquoy D. Sub-fossil evidence for fungal hyperparasitism (Isthmospora spinosa on Meliola ellisii, on Calluna vulgaris) in a Holocene intermediate ombrotrophic bog in northern-England // Rev. Palaeobot. Palynol. 2006. V. 141. P. 121–126.

Van Geel B., Guthrie R.D., Altmann J.G. et al. Mycological evidence of coprophagy from the feces of an Alaskan Late Glacial mammoth // Quaternary Sci Rev. 2010. doi: 10.1016/j.quascirev.2010.03.008.

Van Geel B., Gelorini V., Lyaruu A. et al. Diversity and ecology of tropical African fungal spores from a 25,000year palaeoenvironmental record in southeastern Kenya // Rev. Palaeobot. Palynol. 2011. V. 164. P. 174–190.

ДИАТОМОВЫЕ

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРОСЛЯМ ИЗ РАЗРЕЗА МОРСКОГО КАЙНОЗОЯ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ В БУХТЕ КВАЧИНА

А.Ю. Гладенков

Геологический институт РАН, Москва, agladenkov@ilran.ru

NEW DATA ON DIATOMS FROM THE MARINE CENOZOIC SECTION OF WEST KAMCHATKA AT THE KVACHINA BAY

A.YU. GLADENKOV

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

New data on finds of diverse diatom assemblages from the marine Cenozoic section of West Kamchatka at the Kvachina Bay are presented. A series of biostratigraphic units with the rank of local zones is proposed for diatom-bearing deposits based on stratigraphic occurrence of biochronologically important marker taxa in the section. Correlation of studied assemblages with the North Pacific diatom zonation is outlined, and the early Oligocene to early Miocene age of the host deposits is concluded.

Key words: West Kamchatka, marine Cenozoic, diatoms.

Стратиграфический разрез морского кайнозоя в районе бухты Квачина Западной Камчатки (Рисунок) относится к одному из опорных в обрамлении восточной части Охотского моря. Здесь представлена практически непрерывная последовательность терригенных отложений, (относимых к тигильской и «белесоватой» толщам, а также кавранской серии) от палеогена до нижнего миоцена, с общей мощностью около 500 м (Гладенков и др., 1991; Гладенков, 2016). Несмотря на результаты предшествующих работ, многие проблемы, связанные с определением возраста слагающих его толщ и их региональными корреляциями, остаются не решенным в достаточной мере. Для сбора дополнительного геологического материала несколько лет назад было проведено переизучение разреза бухты Квачина. Одна из задач заключалась в отборе образцов с целью обнаружения остатков диатомей, которые играют важную роль при датировании кайнозойских отложений в Северотихоокеанском регионе.

До настоящего времени данные о находках ископаемых диатомовых водорослей имелись только по самой верхней части разреза – отложений, подстилающих кавранскую серию (Орешкина, 2009). Морские диатомеи были обнаружены в верхней части «белесоватой» толщи, которая коррелируется с кулувенской свитой Западной Камчатки. В итоге выделены два разновозрастных палеонтологических комплекса, которые сопоставлялись с ассоциациями северотихоокеанской зональной шкалы по диатомеям. Один из них отнесен к позднему олигоцену, а другой – к концу позднего олигоцена-раннему миоцену.

В результате обработки собранного автором материала остатки диатомовых обнаружены в 30 образцах, отобранных в разрезе на различных стратиграфических уровнях. Наиболее низкий из них приурочен к нижней половине «белесоватой» толщи (около 200 м стратиграфически выше основания непрерывного разреза – базальных слоев тигильской толщи, залегающих с угловым несогласием на сильно дислоцированных породах, которые на основании последних данных по диноцистам отнесены к нижнему эоцену). Начиная с этого уровня, вверх по разрезу фиксируются постоянные находки диатомей.

При изучении ископаемой флоры в ее составе обнаружены виды морских диатомей, представляющих важность при определении возраста вмещающих отложений и проведении палеогеографических реконструкций (Фототаблица). Анализ стратиграфического распространения различных таксонов в разрезе позволил выделить в нем последовательность биостратиграфических подразделений. Их можно отнести к слоям с флорой или локальным зонам (лонам) по диатомеям, которые характеризуются различных таксономическим составом палеонтологических комплексов. Всего выделено 7 локальных зон или лон (снизу вверх): 1) Odontella sawamurae, 2) Rhizosolenia oligocaenica, 3) Thalassiosira nansenii, 4) Cestodiscus kugleri, 5) Lisitzinia оглаta, 6) Rocella gelida и 7) Thalassiosira cf. praefraga. Границы этих подразделений проведены по уровням появления в разрезе маркирующих видов.

К настоящему времени для олигоценовых-четвертичных отложений Северной Пацифики разработана океаническая зональная шкала по диатомеям, включающая более 20 зон (Вагron, Gladenkov, 1995; Gladenkov, Barron, 1995; Гладенков, 1998, 2007 и др.). Она используется в качестве основы при оценке возраста диатомовых ассоциаций, изучаемых в толщах окраинноморских и наземных разрезов морского кайнозоя в Северотихоокеанском регионе. Выделение в разрезе бухты Квачина лон по диатомеям проводилось на основе анализа фактического материала, полученного при изучении стратиграфического распространения ископаемых диатомовых водорослей в данном разрезе. Прямое сопоставление установленных лон с зонами сталкивается с определенными трудностями. Это объясняется тем, что палеонтологические комплексы, характеризующие лоны, в определенной степени отличаются от таковых зональных подразделений (включая особенности таксономического состава и стратиграфическое распространение маркирующих видов). В частности, это может быть связано с различными условиями формирования одновозрастных диатомовых ассоциаций и спецификой осадконакопления в открытом океане и восточной части пра-Охотского моря. Тем не менее, в составе выделенных в разрезе диатомовых ассоциаций отмечено достаточно много стратиграфически важных видов, которые позволяют подойти к корреляции с зональной шкалой и определению возраста вмещающих отложений. К таким таксонам относятся, например, Odontella sawamurae Akiba, Ikebea tenuis (Brun) Akiba, Kisseleviella carina Sheshukova, K. ezoensis Akiba, Cavitatus jouseanus (Sheshukova) Williams, C. miocenicus (Schrader) Akiba et Yanagisawa, Rhizosolenia oligocaenica Schrader, Rh. miocenica Schrader, Eurossia irregularis (Greville) Sims, Thalassiosira nansenii Scherer, Th. cf. praefraga A. Gladenkov et Barron, Asteromphalus symmetricus Schrader et Fenner, Cestodiscus kugleri Lohman, C. trochus Castracane, Pseudodimerogramma elegans Schrader, Ps. filiformis Schrader et Fenner, Sceptroneis tenue Schrader et Fenner, Sc. humuncia Schrader et Fenner, Sc. humuncia var. rondipoda Scherer, Rhaphoneis angulata Fenner, Rh. elongata Andrews, Lisitzinia ornata Jousé, Rocella gelida (Mann) Bukry и др. (табл. 1). Анализ данных по их стратиграфическому распространению



Рис. 1. Географическое положение бухты Квачина (стрелка), где представлен один из опорных разрезов морского кайнозоя Западной Камчатки



Таблица 1. Характерные и стратиграфически важные представители комплексов диатомей из разреза кайнозоя в бухте Квачина, Западная Камчатка. Фиг. 1. *Hyalodiscus elegans* Strelnikova sensu Baldauf, Barron (1987). Фиг. 2. *Eurossia irregularis* (Greville) Sims. Фиг. 3. *Lisitzinia ornata* Jousé. Фиг. 4. *Cestodiscus kuglerii* Lohman. Фиг. 5. *Asteromphalus symmetricus* Schrader et Fenner. Фиг. 6. *Rocella gelida* (Mann) Bukry. Фиг. 7. *R. praenitida* (Fenner) Fenner. Фиг. 8. *Sceptroneis propinqua* Schrader et Fenner. Фиг. 9. *Odontella sawamurae* Akiba. Фиг. 10. *Thalassiosira* cf. *praefraga* A. Gladenkov et Barron. Фиг. 11. *Rhizosolenia miocenica* Schrader. Фиг. 12. *Rh. oligocaenica* Schrader. Фиг. 13. *Kisseleviella ezoensis* Akiba. Фиг. 14. *Sceptroneis humuncia* Schrader et Fenner. Фиг. 15. *Sc. humuncia* var. *rondipoda* Scherer. Фиг. 16. *Pseudodimerogramma elegans* Schrader. Фиг. 17. *Thalassiosira irregulata* Schrader. Фиг. 18. *Th. nansenii* Scherer. Фиг. 19. *Ikebea tenuis* (Brun) Akiba. Фиг. 20. *Kisseleviella carina* Sheshukova. Фиг. 21. *Cavitatus jouseanus* (Sheshukova) Williams. Фиг. 22. *C. miocenicus* (Schrader) Akiba et Yanagisawa. Фиг. 23. *Sceptroneis ligulatus* Fenner. Длина масштабной линейки 10 мкм

в различных регионах дал возможность наметить сопоставление характеризующих лоны ассоциаций с комплексами северотихоокеанских зон нижнего олигоцена-нижнего миоцена (зон Rhizosolenia oligocaenica, Rocella vigilans, Cavitatus rectus. Rocella gelida и Thalassiosira praefraga). Это позволило подойти к сопоставлению лон с Международной стратиграфической шкалой (Ogg et al., 2016) и оценке возраста отложений разреза бухты Квачина, охарактеризованных диатомеями. В результате сделан вывод, что породы, в которых выделены локальные зоны Odontella sawamurae, Rhizosolenia oligocaenica, Thalassiosira nansenii, Cestodiscus kugleri и Lisitzinia ornata могут датироваться в пределах раннего олигоцена (от средней части рюпельского яруса до конца рюпеля); лона Rocella gelida – в пределах позднего олигоцена (хаттский ярус, без его терминальной части); а лона Thalassiosira cf. praefraga – в пределах конца позднего олигоцена – раннего миоцена. Граница между нижним и верхним олигоценом (рюпельским и хаттским ярусами, 28,1 млн. лет) может проходить вблизи границы между лонами Lisitzinia ornata и Rocella gelida, а между верхним олигоценом и нижним миоценом (хаттским и аквитанским ярусами, 23,01 млн. лет) – примерно у подошвы лоны Thalassiosira cf. praefraga.

Необходимо подчеркнуть, что целый ряд таксонов, в том числе стратиграфически важных, обнаружен в разрезах Западной Камчатки впервые. Это относится к находкам *Lisitzinia* ornata, Thalassiosira nansenii, Th. irregulata, Asteromphalus symmetricus, Pseudodimerogramma elegans, Ps. elliptica, Eurossia irregularis, Rhizosolenia oligocaenica. Rh. miocenica, Rocella praenitida, Sceptroneis humuncia, Sc. propinqua Schrader et Fenner, Sc. ligulatus Fenner, Hyalodiscus elegans sensu Baldauf, Barron (1987) и др. Примечательным является высокий процент сходства таксономического состава с одновозрастными ассоциациями Норвежско-Гренландского бассейна. Стоит также отметить, что изученные в разрезе бухты Квачина олигоценовые комплексы диатомей по полноте и палеонтологической характеристике, являются наиболее представительными из всех известных на сегодняшний день ассоциаций этого возраста в разрезах Камчатки. Таким образом, полученные результаты, важны не только для биостратиграфического расчленения разрезов олигоцена Западной Камчатки по кремнистым микроорганизмам, но и для уточнения корреляций олигоценовых толщ в пределах Камчатки. Так, новые данные по диатомеям свидетельствуют об олигоценовом возрасте утхолокско-вивентекского горизонта Западно-Камчатской структурно-формационной зоны, что ранее не было достаточно точно доказано. Кроме того, эти данные позволяют существенно дополнить представления об особенностях развития и роли диатомовой флоры в кайнозойских экосистемах Северной Пацифики и ее обрамления.

Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН № 0135-2015-0034, частично при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00199 и частично - проекта Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 17.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гладенков А.Ю. Зональная стратиграфия олигоцена и нижнего миоцена Северотихоокеанского региона по диатомеям // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6, № 2. С. 5064.

Гладенков А.Ю. Детальная стратиграфия и морские экосистемы позднего кайнозоя севера Тихоокеанского региона (по диатомеям). М.: ГЕОС, 2007. 296 с.

Гладенков Ю.Б. Расчленение опорного разреза кайнозоя бухты Квачина Западной Камчатки и проблемы его корреляции // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24, № 6. С.101113.

Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н., Шанцер А.Е. и др. Эоцен Западной Камчатки. М.: Наука, 1991. 184 с.

Орешкина Т.В. Новые данные по диатомеям из морских палеогеновых отложений Западной Камчатки // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009. Т. 17, № 3. С. 104119.

Baldauf J.G., Barron J.A. Oligocene marine diatoms recovered in dredge samples from the Navarin Basin Province, Bering Sea // U.S. Geol. Surv. Bull. 1987. N 1765. 17 p.

Barron J.A., Gladenkov A.Y. Early Miocene to Pleistocene diatom stratigraphy of Leg 145 // Proc. ODP. Sci. Results. College Station, TX (Ocean Drilling Program). 1995. V. 145. P. 319.

Gladenkov A.Y., Barron J.A. Oligocene and Early Miocene diatom biostratigraphy of Hole 884B // Proc. ODP, Sci. Results. College Station, TX (Ocean Drilling Program). 1995. V. 145. P. 2141.

Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M. Concise Geologic Time Scale 2016. Elsevier, 2016. 229 p.

НОВЫЕ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

С.В. Демидова¹, Т.Б. Рылова²

¹Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», Минск, demidovasvet@mail.ru ²Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, rylova_tatyana18@mail.ru

NEW MICROPALEONTOLOGICAL DATA TO THE MIDDLE PLEISTOCENE IN THE TERRITORY OF BELARUSIAN POOZERIE

S.V. DEMIDOVA¹, N.D. RYLOVA²

¹«The Institute of Geology» branch of the Republican Unitary Enterprise «Research and Production Center for Geology», Minsk ²Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk

New data on the study of the Belovezhian Interglacial deposits by palynological and diatom methods are given. These are the most ancient Interglacial deposits of the Pleistocene in Belarus. It is the first complex study of these sediments on the territory of the Belarusian Poozerie, the northern part of the country. *Keywords*: Belovezhian Interglacial, diatoms, pollen, Belarusian Poozerie.

В последние годы благодаря находке межледниковых отложений в пределах Полоцкой низменности на территории Белорусского Поозерья были получены новые материалы по среднему плейстоцену северной части Беларуси. Озерные сапропелиты (диатомовые супеси) мощностью 8 м с органическими остатками (плоды и семена, раковины моллюсков) были вскрыты скв. 14 на гл. 71,5–79,6 м в ходе бурения у д. Зуи близ г. Новополоцка Витебской обл. Были изучены геолого-геоморфологические условия залегания данных образований и выполнен комплекс палеонтологических исследований, в результате чего установлен возраст отложений и выполнены палеогеографические реконструкции (Санько и др., 2014). В настоящей статье приводятся данные изучения микрофоссилий из отложений разреза Зуи, а именно, ископаемых пыльцы и спор, а также диатомовых водорослей.

Результаты обоих методов – палинологического и диатомового – свидетельствуют об образовании вышеуказанных отложений во временных рамках самого древнего в плейстоцене Беларуси беловежского межледниковья (мучкапское на территории центральных районов России, тургеляйское в Литве, фердинандовское в Польше). Кроме того, на основе полученных данных реконструированы экологические условия в палеоозере и определен характер наземной растительности окружающего водосбора и в целом на территории исследований в беловежское время.

На спорово-пыльцевой диаграмме (рис. 1) выделены 4 локальные пыльцевые зоны (Z-1 L PAZ – Z-4 L PAZ) (Z –Зуи), которые соответствуют региональным пыльцевым зонам (R PAZ) bl 4 – bl 7 беловежского межледниковья, синхронным второй половине его климатического оптимума и завершающим фазам (Рылова, 1998; Величкевич и др., 1997; Геология Беларуси, 2001 и др.). В общем составе спектров всех зон доминирует пыльца древесных пород и кустарников (94–99 %). Пыльцы травянистых растений – 0,3–3,5 %, спор – до 6,5 %.

Z-1 L PAZ (гл. 75,5–79,6 м) выделяется по максимальному количеству пыльцы термофильных пород: Quercus (в основном Quercus robur L., изредка Q. cf. petraea Liebl.) – до 24%, Ulmus (Ulmus laevis Pall., U. minor Mill.) – до 15%, Tilia (T. platyphyllos Scop., T. cordata Mill.) – до 5%, Corylus avellana L.– до 23%. Изредка встречены пыльцевые зерна Acer sp. (до 1%), Fraxinus excelsior L. (до 0,5%), единично – Ligustrum sp. Хвойные породы представлены пыльцой Picea abies (L.) Karst. (макс. 20%), несколькими видами Pinus (P. sylvestris L., реже P. cembra L.) – 12–26%, единично – Taxus baccata L., Larix sp. Пыльцы Betula sect. Albae (Betula pubescens Ehrh., B. pendula Roth) встречено до 27%, Alnus (Alnus glutinosa Gaertn., A. incana Moench) – до 17%. Отмечены редкие пыльцевые зерна Salix sp., Viburnum sp., Vitis sylvestris L., Hedera helix L. Травянистые растения представлены единичной пыльцой Artemisia sp., Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, Chenopodiaceae и др. В небольшом количестве отмечены споры Polypodiaceae (3,5%), Bryales (3%), *Sphagnum* sp. (0,5%), единично – *Lycopodium clavatum* L. и *Pteridium* sp.

Данная пыльцевая зона отвечает bl 4 R PAZ *Quercus–Ulmus–Corylus* (Рылова, 1998) и соответствует самой теплой фазе климатического оптимума. В это время на территории исследований произрастали как широколиственные, так и смешанные хвойно-широколиственные леса. Наибольшее распространение имели, по-видимому, дубовые, дубово-вязовые леса, в которых главную роль играл дуб черешчатый, заметное участие принимали вяз, липа, клен, ясень, лещина. В составе смешанных хвойно-широколиственных лесов выделялись ель и сосна. В пониженных местах с высоким уровнем грунтовых вод значительное распространение имели ольшаники и береза пушистая.

Z-2 L PAZ (гл. 72,75–75,50 м) характеризуется заметным снижением содержания пыльцы термофильных пород: в верхней части зоны количество пыльцы Quercus (Quercus robur) составляет всего 5%, Ulmus (Ulmus laevis, U. minor) – 1,5%, Tilia cordata – 2%, Corylus avellana – 1,5%, единичны пыльцевые зерна Acer sp., Fraxinus excelsior, Carpinus betulus L. Участие пыльцы Alnus (Alnus glutinosa, A. incana) также сокращается до 9%. В то же время наблюдается резкое возрастание содержания пыльцы хвойных деревьев: Picea abies – до 29%, Pinus (P. sylvestris, P. cembra) – до 42%, отмечены Taxus baccata – до 1% и Larix sp. Сохраняется высоким количество пыльцевых зерен Betula sect. Albae (в основном Betula pubescens, реже B. pendula) – до 21%. Из пыльцы травянистых растений единично встречены Artemisia sp., Poaceae, Chenopodiaceae. Отмечены споры Polypodiaceae (3%), Bryales (2%), изредка Sphagnum sp. и Pteridium sp.

Охарактеризованная зона соответствует заключительной фазе климатического оптимума bl 5 R PAZ *Quercus–Picea*. В это время в районе расположения древнего водоема произрастали широколиственно-хвойные и хвойно-широколиственные леса, в которых роль термофильных пород постепенно сокращалась, а участие хвойных становилось все более существенным. Несомненно, существовали и хвойные еловые и сосново-еловые леса, о чем свидетельствует высокое содержание пыльцы хвойных пород, прежде всего, ели. Отмеченные изменения в характере растительности указывают на снижение теплообеспеченности территории.

Z-3 L PAZ (гл. 71,75–72,50 м) отличается преобладанием в составе спектров пыльцы хвойных пород (*Pinus sylvestris, P. cembra, P.* cf. *strobus* L.) – до 55%, *Picea abies* – до 21% и березы (*Betula pubescens, B. pendula*) – до 20%. Количество пыльцы термофильных деревьев сократилось до минимума: *Quercus robur* – 1–4%, *Ulmus laevis* – 0,3%, *Tilia cordata* – 0,5%, *Corylus avellana* – 0,3%, *Alnus (Alnus glutinosa, A. incana)* – 3%. Пыльца травянистых растений (Asteraceae, *Artemisia* sp.) представлена единично. В составе спор отмечается некоторое возрастание роли зеленых мхов Bryales (до 5,5%). Споры Polypodiaceae представлены в количестве 1%, a *Sphagnum* sp. – 0,5%.



Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма беловежских отложений, вскрытых скв. 14 у д. Зуи близ г. Новополоц-ка

Рассмотренная локальная зона соответствует bl 6 *Pinus—Picea* R PAZ и отвечает фазе развития хвойных еловых и сосново-еловых лесов с участием березы, редкой примесью ольхи и некоторых широколиственных пород, что свидетельствует о заметном похолодании.

Z-4 L PAZ (гл. 71,50–71,75 м) характеризуется доминированием пыльцы хвойных пород: Pinus (Pinus sylvestris, P. cembra, P. cf. strobus) – до 74%, Picea abies – до 5% и березы (Betula pubescens, B. pendula) – до 23%, а также отсутствием пыльцевых зерен термофильных пород. Из пыльцы травянистых растений представлена лишь Artemisia sp. (1%), из спор – Bryales (3,5%) и Sphagnum sp. (1%). Зона Z-4 отвечает bl 7 R PAZ Pinus–Picea–Betula, одной из заключительных пыльцевых зон беловежского межледниковья, соответствующей распространению на территории исследований хвойных елово-сосновых и смешанных хвойномелколиственных лесов.

Результаты диатомового анализа также свидетельствуют о накоплении изученных отложений в беловежское время. В разрезе Зуи обнаружена богатая в качественном и количественном отношении флора диатомовых водорослей. Всего в ее составе определены 115 видов, относящихся к 46 родам.

Основной фон флоры образуют представители планктонных родов Aulacoseira, Stephanodiscus, Handmannia и Cyclotella. Экземпляры этих диатомей составляют подавляющее большинство всех створок в разрезе. В числе видов вышеуказанных родов в заметном количестве присутствуют характерные и показательные для среднего плейстоцена и беловежского времени в частности виды и разновидности. Это такие таксоны, как Cyclotella reczickiae Khursevich et Loginova var. reczickiae и C. reczickiae var. diversa Loginova (до 16,6%), впервые описанные как новые для науки именно из беловежских отложений Беларуси; Handmannia (=Cyclotella) comta var. pliocaenica Krasske (до 8,3%) и H. (=Cyclotella) comta var. lichvinensis (Jousé) Loginova (до 8,5%); Stephanodiscus niagarae var. insuetus Khursevich et Loginova с переходными формами к S. rotula (Kützing) Hendey; споры Aulacoseira granulata (O. Müller) Simonsen (до 21%).

Доминирует по численности в разрезе вид *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen (до более половины всех створок в образцах). В качестве доминантов также выделяются планктонные *Stephanodiscus rotula* (до 25,8%), *Handmannia comta* (Ehrenberg) Kociolek et Khursevich emend. Gencal (до 20,3%), *Aulacoseira subarctica* (O. Müller) Haworth (до 9,3%), *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round (до 6,5%).

Из бентосных диатомей наибольшим количественным развитием характеризуются *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kützing (до 13,9%), *Staurosira construens* Ehrenberg с разновидностями (до 10%), *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) Williams et Round (до 7,4%), *Staurosirella martyi* (Héribaud) Morales et Manoylov (до 5,4%), *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing (до 3,9%).

С помощью диатомовой диаграммы (рис. 2) изученные отложения в разрезе Зуи расчленены на 3 локальные диатомовые зоны (LDAZ), которые отражают динамику состава диатомовой флоры и экологических условий осадконакопления в озере в беловежское межледниковье, согласно палинологическим данным, во второй половине его климатического оптимума и в постоптимальное время.

Судя по постоянному количественному преобладанию в диатомовом сообществе диатомей одной планктонной группы (до 80%), палеоэкологические условия в озере на протяжении характеризуемого отрезка времени существенно не менялись: палеоводоем, скорее всего, все время оставался достаточно глубоким, непроточным, олиготрофно-мезотрофным. Однократное изменение режима (в первую очередь, в сторону повышения уровня воды) иллюстрирует LDAZ 2, поскольку в диатомовом комплексе только этой зоны по численности доминируют представители родов не *Aulacoseira* и *Stephanodiscus*, как в большей части разреза (LDAZ 1, 3), а *Handmannia* и *Cyclotella*.

Сукцессия диатомей (последовательность доминирующих диатомовых комплексов) в отложениях изученного разреза Зуи может быть охарактеризована как неполная (Демидова, 2013). Она отражает лишь отдельный, хоть и длительный, эпизод в истории озера, но никак не целостную картину его эволюции от зарождения до естественного угасания. Можно предположить, что верхняя часть толщи отложений, заполнивших озерную котловину к концу беловежского межледниковья, была уничтожена в последующие ледниковые эпохи плейстоцена, вероятнее всего, в результате деятельности ледников и их талых вод.



Рис. 2. Диатомовая диаграмма беловежских отложений, вскрытых скв. 14 у д. Зуи близ г. Новополоцк

Новые микропалеонтологические данные по разрезу Зуи особенно важны в связи с тем, что они получены для северной части территории Беларуси, которая покрывалась последним в плейстоцене поозерским ледником. Палинологическим методом на этой территории прежде были изучены лишь два разреза: Почтари в Полоцком районе (Махнач, 1971) и Обухово в Верхнедвинском районе Витебской обл. (Санько и др., 2004 и др.). Повышенное содержание в отложениях пыльцы *Picea abies* сближает разрез Зуи с разрезами Обухово (расч. 1) (Санько и др., 2004) и Жидини в Латвии (Кондратене и др., 1985). Совокупная палинологическая характеристика этих трех разрезов позволяет получить представление в том числе и о некоторых региональных особенностях развития растительности севера Беларуси в беловежское время по сравнению с остальной территорией страны.

Разрез Зуи первым из беловежских разрезов диатомологически исследован в северной части Беларуси. Диатомовая флора беловежского возраста до настоящего времени была изучена из разрезов, расположенных только в западной и юго-восточной частях страны (Хурсевич, Логинова, 1986; Рылова, Хурсевич, 1989; Хурсевич и др., 1990; Якубовская и др., 1991; Величкевич и др., 1993; Рылова и др., 2003).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Величкевич Ф.Ю., Санько А.Ф., Назаров В.И. Новые данные по стратиграфии неоплейстоцена юго-восточной Беларуси // Докл. АН Беларуси. 1993. Т. 37, № 5. С. 85–89.

Величкевич Ф.Ю., Хурсевич Г.К., Рылова Т.Б., Литвинюк Г.И. К стратиграфии среднего плейстоцена Беларуси // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1997. Т. 5, № 4. С. 68–84.

Геология Беларуси / Ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев и др. Мн.: Инст. геол. наук НАН Беларуси, 2001. 815 с.

Демидова С.В. Диатомовая флора муравинского межледниковья Беларуси. Минск: Экономпресс, 2013. 99 с.

Кондратене О.П., Хурсевич Г.К., Логинова Л.П. Биостратиграфическое обоснование возраста озерной толщи разреза Жидини // Проблемы плейстоцена. Минск, 1995. С. 86–101.

Махнач Н.А. Этапы развития растительности Белоруссии в антропогене. Минск: Наука и техника, 1971. 212 с.

Рылова Т.Б. Биостратиграфическое расчленение беловежского и александрийского межледниковых горизонтов плейстоцена на территории Беларуси // Докл. НАН Беларуси. 1998. Т. 42, № 4. С. 114–117.

Рылова Т.Б., Король Г.Г., Савченко И.Е. Возраст и палеогеографические условия формирования плейстоценовых озерных отложений у г. Бобруйска // Докл. НАН Беларуси. 2003. Т. 47, № 5. С. 88–93.

Рылова Т.Б., Хурсевич Г.К. Растительность и диатомовая флора нового разреза беловежского межледниковья Белоруссии // Докл. АН БССР. 1989. Т. 33, № 11. С. 1025–1027.

Санько А.Ф., Величкевич Ф.Ю., Моисеев Е.И. и др. Обнажение Обухово – парастратотип беловежского межледниковья Беларуси // Литасфера. № 2 (11). 2004. С. 38–51.

Санько А.Ф., Рылова Т.Б., Балашов К.Ю. Зуи – новое местонахождение беловежских отложений в Белорусском Поозерье // Геология и полезные ископаемые четвертичных отложений // Мат-лы VIII Универс. геол. чте-

ний, 3–4 апр. 2014 г., Минск, Беларусь / Ред. А.Ф. Санько и др. Минск: Цифровая печать, 2014. Ч. 1. С. 27–30. Хурсевич Г.К., Логинова Л.П. Возраст и палеогеографические условия формирования древнеозерных от-

ложений Речицкого Приднепровья (по данным изучения диатомей) // Плейстоцен Речицкого Приднепровья Белоруссии. Минск, 1986. С. 76–142.

Хурсевич Г.К., Пршибыловска-Ланге В., Логинова Л.П. Об одновозрастности диатомовых флор плейстоценовых разрезов Красная Дуброва (БССР) и Фердинандов (ПНР) // Докл. АН БССР. 1990. Т. 3, № 2. С. 179–183.

Якубовская Т.В., Хурсевич Г.К., Рылова Т.Б. Новые данные о стратотипе беловежского межледниковья // Докл. АН БССР. 1991. Т. 35, № 3. С. 262–265.

ПРИМЕНЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДИАТОМОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР УРАЛА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ОЗЕРА СЫРЫТКУЛЬ (ЮЖНЫЙ УРАЛ) В ГОЛОЦЕНЕ

А.В. Масленникова

Институт минералогии УрО РАН, МИАСС, adenophora @inbox.ru

APPLICATION OF NEW URALS LAKES DIATOM DATASET FOR QUANTITATIVE RECONSTRUCTION OF ELECTROCONDUCTIVITY OF LAKE SYRYTKUL (SOUTH URAL) IN HOLOCENE

A.V. MASLENNIKOVA

Institute of mineralogy, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, MIASS

The new diatom dataset was developed using surface sediment samples from 51 lakes of the Urals and spanned a electroconductivity (EC) gradient from 55 to 2020 μ S cm⁻¹. Weighted-averaging partial least squares regression and calibration provided the best model ($r_{boot}^2 = 0.7$, RMSEP_{boot} = 0.189 lg μ S cm⁻¹, MAXbias = 0.07 lg μ S cm⁻¹) for EC estimation. The significant variation of Lake Syrytkul EC (181-789 μ S cm⁻¹) was reconstructed during the Holocene on the basis of the obtained model.

Key words: diatom dataset, surface lake sediments, quantitative reconstruction, Urals.

Электропроводность вод относится к зональным характеристикам водного режима озер Урала. Ее значения повышаются с северо-запада на юго-восток территории с уменьшением коэффициента эффективного увлажнения территории. В южных районах изменения климата могут напрямую вызывать возрастание минерализации и электропроводности вод путем возрастания испарения в бессточных озерах (Андреева, 1973). Кроме того, согласно исследованиям озер Средней и Южной части Европейской части России, при увеличении температуры на 2° С возрастает интенсивность химического выветривания и рост содержания ионов в воде (Моисеенко, Гашкина, 2010). Исследования, проведенные по озерам Южного Урала, показали увеличение их минерализации в два раза за последние 90 лет. Одним из предполагаемых факторов является глобальное потепление климата (Гаврилкина, 2014). Однако механизмы воздействия климата на показатели солености озер Урала и участие в этом процессов, происходящих на водосборе, недостаточно изучены и требуют точных палеолимнологических реконструкций.

Доступные для реконструкции минерализации и электропроводности базы данных озер характеризуются высокой средней электропроводностью (Gasse et al., 1995; Reed, 1998; Rioual et al., 2013) или значительно отличаются от озер Урала по другим гидрохимическим параметрам (Wilson et al., 1996; Ryves et al., 2002), что приводит к искаженным значениям показателей солености применительно к озерам территории Урала. Поэтому для точных палеолимнологических реконструкций создана региональная база поверхностных диатомовых комплексов, включающая данные гидрохимии, диатомового и геохимического анализа поверхностных слоев отложений 51 озера Южного и Среднего Урала (рис. 1). Первая задача нашего исследования состояла в определении влияния электропроводности на диатомовые сообщества озер Южного и Среднего Урала. Вторая задача заключалась в количественной реконструкции электропроводности вод озера Сырыткуль в голоцене, на основе применения полученной региональной калибровочной базы данных.

Изученные озера находятся в различных ландшафтно-климатических зонах и характеризуются широкой вариацией электропроводности (55–2020 мкСм см-1), кислотности (pH=6,7–9,4), цветности (13–410 градусов по Cr–Co шкале), катионно-анионного состава вод и химического состава донных отложений. База данных включает средние и малые озера с площадью зеркала от 150 м² до 43 км² и глубиной от 1 до 14 м. Химический состав вод варьирует от гидрокарбонатного кальциевого в северных районах до гидрокарбонатно-хлоридного натриевого в юго-восточных районах изученной территории. Донные осадки представлены органогенными сапропелями в горно-лесной зоне, минерагенными илами, известковистыми

и глинистыми отложениями на юго-востоке территории. Озеро Сырыткуль расположено в Восточном Предгорном лимнологическом районе Южного Урала. Поверхностная вода, отобранная в августе 2016 г., характеризуется гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом с электропроводностью 162 мкСм см-1. В базу данных включено 51 озеро, в котором удалось подсчитать не менее 300 створок диатомовых водорослей (в среднем 500). Статистический анализ проведен для всех найденных видов (253) или с использованием диатомовых водорослей, обнаруженных как минимум в трех озерах с содержанием большим 1% хотя бы одном озере (124 вида). Длина градиента, определенная с помощью анализа детального соответствия (DCA) в программе САNOCO 4.5. (Ter Braak and Smilauer, 2002), составила 5,16 и 4,32 для первой и второй осей соответственно. Поэтому в работе использованы методы, основанные на модели унимодального ответа (Ter Braak, Prentice, 1988).

Изначально предикторные переменные были представлены некоторыми морфометрическими характеристиками (площадь водного зеркала, глубина, объем, коэффициент извилистости береговой линии), и целым рядом гидрохимических параметров, включающих данные о катионном и анионном составе воды, минерализации, электропроводности, щелочности, жесткости, рН, перманганатной окисляемости, цветности, а также содержании токсичных халькофильных элементов (Cu, Zn, Sn, Te, Tl, Bi, Sb, Cd) в воде и донных отложениях. Из групп переменных с высокими значениями коэффициента корреляции Пирсона (r>0,7, p<0,05) оставляли одну переменную. Таким образом, число предикторов было сокращено с 64 до 34 переменных. Канонический анализ соответствий (ССА) позволил определить, что оставшимися переменными объясняется 31% вариации таксономического состава диатомовых сообществ. На основе метода направленной селекции с использованием критерия перестановки Монте-Карло сделан вывод, что из доступных переменных наибольший процент вариации (5,8%) объясняет электропроводность озерных вод (ЕС), которая характеризуется высоким коэффициентом корреляции с их минерализацией (r=0,95, p<0,05). Величина отношения $\lambda 1/\lambda 2$ (0,41/0,45=0,9) при включении электропроводности в ССА в качестве единственного предиктора немного меньше единицы, что свидетельствует о наличии влияния на состав диатомовых сообществ других факторов. Наилучшие показатели (наибольший процент объяснимой вариации и величина λ1/λ2) достигнуты при включении в модель логарифмически-трансформированных содержаний всех определенных видов.

Согласно результатам анализа детального канонического соответствия (DCCA) при использовании электропроводности в качестве единственной предикторной переменной длина градиента для первой и второй осей DCCA составила соответственно 3,86 и 3,56. Поэтому для получения трансферных функций использовались простая двусторонняя регрессия взвешенного среднего (WA) и средневзвешенная регрессия частичных наименьших квадратов (WA-PLS), в программе C2 1.7 (Juggins, 2011). Модели WA и WA-PLS сравнивались по значениям среднеквадратичных ошибок прогнозирования (RMSEP), полученных с использованием метода виртуальных выборок (bootstrap-метод), максимальных ошибок (MAX Bias) и величинам коэффициентов детерминации (r²) между предсказанными и наблюдаемыми величинами электропроводности (табл. 1).

В результате анализа статистик моделей из базы данных удалено озеро Б. Сунгуль (EC=2020 мкСм см⁻¹). Это позволило значительно уменьшить величины RMSEP и MAX Bias. Определено, что сокращение количества видов диатомовых водорослей в калибровочной базе данных с 253 до 124, на основе отбора по обилию и частоте встречаемости, не привело к улучшению статистик моделей, что может быть связано с тем, что WA-оптимумы и WA-PLS- коэффициенты даже редко встречающихся видов несут полезную экологическую информацию, а не только «статистический шум» и рандомную вариацию (Birks, 1998). Для корректировки сокращения изначального градиента EC, возникающего в результате повторных расчетов взвешенного среднего (на этапе регрессии и на стадии калибровки) в моделях использованы инверсионная и классическая техника расширения (Birks et al., 1990).Наилучшие статистики получены для моделей WA при использовании классической техники (WA-CLA). Критерием для определения количества компонентов в моделях WA-PLS является уменьшение RMSEP (в перекрестной проверке) на 5%. В нашем случае разница между RMSEP первого и второго компонента составила 6%, а использование третьего компонента



Рис. 1. Расположение озер из базы данных поверхностных озерных отложений Южного и Среднего Урала (а) и озера Сырыткуль (б): 1 – озера Урала; 2 – озеро Сырыткуль; 3 – место отбора колонки донных отложений оз. Сырыткуль

Таблица 1. Сравнение характеристик трансферных функций, полученных на основе анализа базы данных 50 озер, с помощью различных методов. г²(ECd-ECi) – коэффициент детерминации между предсказанной (ECd) и определенной (ECi), с помощью инструментальных методов электропроводностью; RMSE – среднеквардратическая ошибка; rboot² – коэффициент детерминации bootstrap-метода; RMSEPboot – среднеквардатическая ошибка прогнозирования при использовании bootstrap-метода; RMSEPcross – среднеквадратическая ошибка прогнозирования при использовании перекрестной проверки; WA-Cla – регрессия взвешенного среднего с классическим расширением; WA-Inv – регрессия взвешенного среднего с инверсионным расширением; WA-PLS-C1-3 – средневзвешенная регрессия частичных наименьших квадратов, компоненты 1–3.

метод	r ² (ECd-ECi)	RMSE (lg мкСм см ⁻¹)	MAXbias (lg мкСм см ⁻¹)	r ² boot	RMSEPboot (lg мкСм см ⁻¹)	RMSEPcross (lg мкСм см ⁻¹)
WA-Cla	0,83	0,134	0,165	0,672	0,186	0,178
WA-Inv	0,83	0,123	0,207	0,668	0,194	0,182
WA-PLS-C1	0,83	0,123	0,219	0,69	0,196	0,192
WA-PLS-C2	0,95	0,067	0,07	0,7	0,189	0,18
WA-PLS-C3	0,98	0,037	0,02	0,7	0,190	0,181

дало увеличение ошибки прогнозирования (табл. 1). Модель WA-PLS-C2 обладает лучшими статистиками (меньшей MAXbias, RMSE, большим r²(Ecd-Eci), r²) в сравнении с WA-CLA. Различия в значении RMSEP статистически не значимы, поэтому для реконструкции электропроводности озера Сырыткуль в голоцене выбрана WA-PLS-C2 модель (рис. 2).

Для верификации калибровочной базы данных и результатов диатомового анализа колонки донных отложений озера Сырыткуль применена техника современных аналогов (МАТ). Наибольшее минимальное расстояние до ближайшего аналога (137–182) отмечено для диатомовых комплексов нижней части колонки донных отложений (11,5–10,8 тыс. кал. лет назад). Данные диатомовые комплексы характеризуются очень малым числом видов при доминировании *Cymbella falsa diluviana* (Krasske) Lange-Bertalot ех Metzeltin (до 70%) и *Navicula oblonga* (Kützing) Kützing (до 56%), что не встречалось ни в одном образце калибровочной базы данных. Поэтому реконструкции данного интервала наименее точные (рис. 3).

Согласно количественным реконструкциям электропроводность в озере Сырыткуль варьировала от 789 мкСм см⁻¹ в карбонатном сапропеле нижней части до 181 мкСм см⁻¹ в буро-оливковом сапропеле верхней части колонки донных отложений.

Таким образом, в результате работы определено, что наибольшее влияние на состав диатомовых комплексов донных отложений изученных озер Среднего и Южного Урала оказывает изменение электропроводности и минерализации. В результате сравнения статистик моделей сделан вывод, что оптимальной моделью для реконструкций является WA-PLS-C2 (RMSEPboot=0,189 lg мкСм см⁻¹, MAXbias=0,07 lg мкСм см⁻¹), полученная на основе базы данных 50 озер (EC=55–1012 мкСм см⁻¹) при использовании в модели всех определенных видов диатомовых водорослей и логарифмической трансформации данных. На основе полученной модели реконструирована значительная вариация электропроводности озера Сырыткуль в течении голоцена.

Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00103 мол а.



Рис. 2. Корреляция между измеренными (ЕС-і) и смоделированными (ЕС-d) значениями электропроводности



Рис. 3. Количественные реконструкции изменений электропроводности озера Сырыткуль в голоцене. Для реконструкций, полученных на основе трансферной функции WA-PLS-C2, приведены стандартные ошибки, специфические для каждого образца

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева М.А. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1973. 272 с.

Гаврилкина С.В. Минерализация озер восточного склона Южного Урала // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2014. Т.16, № 1–4. С. 947–950.

Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А. Формирование химического состава вод озер в условиях изменения окружающей среды. М.: Наука, 2010. 275 с.

Birks H.J.B. Numerical tools in palaeolimnology. Progress, potentialities, and problems // J. Paleolimnol. 1998. V. 20. P. 307–332.

Birks H.J.B., Line J.M., Juggins S. et al. Diatoms and pH reconstruction // Philos. Trans. Roy. Soc. London. 1990. V. 327. P. 263–278.

Gasse F., Juggins S., Ben Khelifa L. Diatom-based transfer functions for inferring past hydrochemical characteristics of African lakes // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1995. V. 117. P. 31–54.

Juggins S. C2 version 1.7: software for ecological and paleoecological data analysis and visualisation. 2011. University of Newcastle, Newcastle upon Tyne. https://www.staff.ncl.ac.uk/stephen.juggins/software/code/C2.pdf.

Reed J.M. A diatom-conductivity transfer function for Spanish salt lakes // J. Paleolimnol. 1998. V. 19. P. 399–416.

Rioual P., Lu Y., Yang H. et al. Diatom– environment relationships and a transfer function for conductivity in lakes of the Badain Jaran Desert, Inner Mongolia, China // J. Paleolimnol. 2013. V. 50. P. 207–229.

Ryves D.B., McGowan S., Anderson N.J. Development and evaluation of a diatom-conductivity model from lakes in West Greenland // Freshw. Biol. 2002. V. 47. P. 995–1014.

Ter Braak C.J.F., Prentice I.C. A theory of gradient analysis // Adv. Ecol. Res. 1988. V. 18. P. 271-317.

Ter Braak C.J.F., Smilauer P. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (Version 4.5). Ithaca: Microcomputer Power, 2002.

Wilson S.E., Cumming B.F., Smol J.P. Assessing the reliability of salinity inference models from diatom assemblages: an examination of a 219-lake data set from western North America // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1996. V. 53. P. 1580–1594.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ЦИСТ ДИНОФЛАГЕЛЛАТ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО И ЧУКОТСКОГО МОРЕЙ

М.С. Обрезкова¹, В.Ю. Поспелова²

¹ Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, Владивосток, obrezkova@poi.dvo.ru ²Университет Виктории, Виктория, Канада, vpospe@uvic.ca

DIATOM AND DINOCYST DISTRIBUTIONS IN SURFACE SEDIMENTS FROM THE EAST-SIBERIAN AND CHUKCHI SEAS

M.S. OBREZKOVA¹, V.YU. POSPELOVA²

¹V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

²School of Earth and Ocean Sciences, University of Victoria, Victoria, Canada

Surface sediment samples from the East-Siberian and Chukchi Seas were analyzed for their micropaleontological content in order to document regional distributions of diatom and dinoflagellate cyst assemblages in relation to environmental conditions. The results demonstrate that diatom content change spatially, being lowest in the East Siberian Sea and the highest in the southern Chukchi Sea. Dinoflagellate cyst species diversity is relatively high (30 taxa) and their concentrations vary from 1,500 to 12,400 cyst g^{-1} .

Key words: diatoms, dinoflagellate cysts, surface sediments, East-Siberian Sea, Chukchi Sea.

Интерес к арктическим областям Земли обусловлен их влиянием на формирование климата планеты. Широкое распространение получило исследование донных осадков морских бассейнов как летописи природных изменений в геологическом прошлом. Важным аспектом является изучение изменения характеристик вод морей и океанов, нашедших свое отражение в осадочном слое, и дающих информацию о температурных и гидрохимических условиях поверхностных вод, изменениях поверхностных течений, формировании и дрейфе морских льдов, продуктивности вод и др. В первую очередь, эти изменения затрагивают верхние слои воды. Обитающий здесь микропланктон реагирует на подобные изменения, что позволяет использовать захороненные микроископаемые при изучении природных обстановок прошлого.

Диатомовые водоросли являются одним из основных продуцентов органического вещества в арктических морях, а их распределение в толще донных осадков отражает особенности гидробиологических и седиментационных условий, что дает возможность широко использовать данную группу для палеоокеанологических реконструкций. В последние годы большее значение приобретает изучение водных палиноморф, где доминируют цисты морских динофлагеллат. Концентрации цист динофлагеллат в поверхностных осадках морей зависят от температуры, солености, ледового покрова и продуктивности поверхностных вод, что делает эту группу крайне важной для палеореконструкций (Zonneveld et al., 2013 и др.).

Несмотря на растущий интерес к изучению микроводорослей донных осадков арктических морей, некоторые районы все еще слабо охвачены - это, в первую очередь, Восточно-Сибирское море в силу своей удаленности, суровых гидрологических условий и сложности отбора материала, а также российская часть Чукотского моря (Полякова, 1997; Radi et al., 2001; Обрезкова и др., 2014; Гусев и др., 2014; Astakhov et al., 2015; Вологина и др., 2016; Клювиткина, Полякова, 2016 и др.).

Целью данной работы является изучение количественного распределения, таксономического состава и экологической структуры комплексов диатомей и диноцист в поверхностных осадках Восточно-Сибирского и Чукотского морей, а также их связь с современными гидрологическими параметрами.

Материалом для данной работы послужили 13 образцов поверхностных осадков, отобранных в Чукотском море в рейсе НИС «Профессор Хромов» в рамках российско- американской программы RUSALCA в 2009 г. и в Восточно-Сибирском и Чукотском морях в ходе 77 рейса НИС «Академик Лавреньтев» в 2016 г. (рис. 1).

Обработка образцов для диатомового анализа выполнялась по стандартной методике с использованием тяжелой калиево-кадмиевой жидкости (Диатомовые водоросли..., 1974). Выделение диноцист из осадка осуществлялось по общепринятой методике (Pospelova et al., 2010) и проводилось в лаборатории морской палинологии Школы наук о Земле и Океане Университета Виктории (г. Виктория, Канада). Для определения содержания диноцист в предварительно высушенный и взвешенный осадок добавлялось по две таблетки, содержащих фиксированное количество спор *Lycopodium clavatum* (Stockmarr, 1971; Mertens et al., 2012). Микропалеонтологические исследования проводились при помощи светового микроскопа Ломо при увеличении x1000.

Содержание диатомей в изученных образцах варьирует в широких пределах (0,9–5,9 млн экз./г воздушно-сухого осадка). Наибольшие концентрации диатомей установлены в осадках южной части Чукотского моря, в зоне смешения теплых, богатых биогенными элементами высокопродуктивных беринговоморских шельфовых вод и более холодных вод сибирского прибрежного течения (Обрезкова и др., 2014). В этом районе установлены стабильно высокие значения Сорг, хлорина и аморфного кремнезема (Astakhov et al., 2015). К западу, в центральной части пролива Лонга, и восточной части Восточно-Сибирского моря содержание диатомей снижается (рис. 2, а). Концентрации цист динофлагеллат варьируют от 1,5 до 12,5 тыс. экз./г, наибольшие значения наблюдаются в центральной части Чукотского моря (рис. 2, б). Стоит отметить, что в работе Клювиткиной и Поляковой (2016) отмечено, что в зоне между Чаунской губой и проливом Лонга, характеризующейся суровой ледовой обстановкой и низкими температурами поверхностных вод, выделена ассоциация палиноморф с высокими концентрациями диноцист (до 3,7 экз./г). В изученных нами материалах содержание диноцист на ст. 87 достигает 8,1 тыс. экз./г.

В изученных образцах поверхностных осадков определено 76 видов и внутривидовых таксонов диатомовых водорослей, принадлежащих 39 родам. Наиболее представительными являются роды *Chaetoceros* (9 видов), *Thalassiosira* (7 видов) и *Navicula* (7 видов). Большинство видов диатомей являются морскими, но единично отмечены пресноводные, а также переотложенные вымершие кайнозойские виды (*Actinocyclus ingens* Rattray, *Neodenticula ka-mtschatica* (Zabelina) Akiba et Yanagisawa, *Pyxidicula zabelinae* (Jousé) Makarova et Moiseeva и др.).



Рис. 1. Местоположение изученных станций, рельеф дна и основные течения Чукотского моря (по Stein et al., 2017): БШВ – Беринговоморские шельфовые воды, СПТ – Сибирское прибрежное течение, АПТ – Аляскинское прибрежное течение. БШВ делится на 3 ветви: 1 – каньон Геральд, 2 – центральный поток, 3 – каньон Барроу

Доминирующую по численности группу в осадках моря на большей его части образуют планктонные диатомеи. Неритический вид *Thalassiosira antarctica* Comber, доминирует в Восточно-Сибирском и западной части Чукотского моря (рис. 3, а), в зоне распространения холодных вод сибирского прибрежного течения (Полякова, 1997). В районе каньона Геральд, который характеризуется как зона обогащения осадков биогенными компонентами и как участок с аномально высокой продуктивностью бентоса (Grebmeier et al., 2006), а также повышенным содержанием органического вещества и аморфного кремнезема (Астахов и др., 2013), распространен комплекс *Chaetoceros* (рис. 3, б). В восточной части Чукотского моря, в зоне распространения аляскинского прибрежного течения, влекущего аллювиальные выносы р. Юкон доминирует тихопелагический вид *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve (рис. 3, в), являющийся индикатором распресненных вод. Распределение диатомей в изученных образцах соответствует выделенным ранее диатомовым комплексам (Обрезкова и др., 2014; Astakhov et al., 2015).



Рис. 2. Содержание: (а) – диатомовых водорослей, млн. экз./г, (б) – цист динофлагеллат, тыс. экз/г



Рис. 3. Распределение доминирующих видов диатомей (в %): а – Thalassiosira antarctica, б – представители рода Chaetoceros, в – Paralia sulcata



Рис. 4. Распределение цист динофлагеллат (в %): а – автотрофные, б – гетеротрофные, в – цисты рода Alexandrium, г Operculodinium centrocarpum, д Spiniferites elongatus + S. ramosus, e – Islandinium minutum

Ассоциации цист динофлагеллат в изученных образцах насчитывают 30 видов и внутривидовых таксонов, характерных для поверхностных осадков Чукотского и Берингова морей (Radi et al., 2001), но только 8 видов составляют «ядро» комплекса: автотрофные *Operculodinium centrocarpum* sensu Wall and Dale (1966), цисты *Pentapharsodinium dalei* Indelicato & Loeblich III, *Spiniferites elongatus* Reid и цисты рода *Alexandrium*, а также гетеротрофные *Brigantedinium simplex* (Wall) Reid, *Echinidinium karaense* (Head) Radi, *Islandinium minutum* (Harland et Reid) Head, Harland et Matthiessen и *Islandinium cesare* (de Vernal et al., 1989 ex de Vernal in Rochon et al., 1999) Head, Harland et Matthiessen.В ассоциации диноцист восточной части Восточно-Сибирского моря установлено повышенное содержание видов *Spiniferites elongatus* + *S. ramosus* (рис. 4, д), что также отмечено и в работе Клювиткиной и Поляковой (2016).

Таким образом, распределение диатомовых водорослей и цист динофлагеллат в поверхностных осадках Восточно-Сибирского и Чукотского морей отражает распределение определенных водных масс региона, что позволит использовать эти группы для палеоокеанологических реконструкций

Авторы признательны А.С. Астахову за предоставление материала, А.Н. Колеснику за помощь в работе с картами. Работа проведена при финансовой поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-60104 Арктика. Техническая обработка образцов и приготовление препаратов для диатомового анализа была выполнена Л.В. Осиповой при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 18-35-00384 мол а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Астахов А.С., Гусев Е.А., Колесник А.Н., Шакиров Р.Б Условия накопления органического вещества и металлов в донных осадках Чукотского моря // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, № 9. С. 1348–1365.

Вологина Е.Г., Штурм М., Калугин И.А. и др. Реконструкция условий позднеголоценового осадконакопления по данным комплексного анализа колонки донных отложений Чукотского моря // Докл. АН. 2016. Т. 469, № 5. С. 597–601.

Гусев Е.А., Аникина Н.Ю., Деревянко Л.Г. и др. Эволюция среды в южной части Чукотского моря в голоцене // Океанология. 2014. Т. 54, № 4. С. 505–517.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1974. Т. I. 403 с.

Клювиткина Т.С., Полякова Е.И. Водные палиноморфы арктического шельфа: Новые возможности для палеореконструкций // Пути эволюционной географии: Мат-лы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко (Москва, 23–25 ноября 2016 г.). М.: Институт географии РАН, 2016. С. 135138.

Обрезкова М.С., Колесник А.Н., Семилетов И.П. Особенности распределения диатомей в поверхностных осадках морей Восточной Арктики России (на основе кластерного анализа) // Биол. моря. 2014. Т. 40, № 6. С. 473480.

Полякова Е.И. Арктические моря Евразии в позднем кайнозое. М.: Научный мир, 1997. 146 с.

Astakhov A.S., Bosin A.A., Kolesnik A.N., Obrezkova M.S. Sediment Geochemistry and diatom distribution in the Chukchi Sea: Application for bioproductivity and paleoceanography // Oceanography. 2015. V. 28, N 3. P. 190–201.

Grebmeier J.M., Cooper L.W., Feder H.M. et al. Ecosystem dynamics of the Pacific-influenced Northern Bering and Chukchi seas in the Amerasian Arctic // Prog. Oceanogr. 2006. V. 71. P. 331–361.

Mertens K. N., Price A. M., Pospelova V. Determining the absolute abundance of dinoflagellate cysts in recent marine sediments II: Further tests of the Lycopodium marker-grain method // Rev. Palaeobot. Palynol. 2012. V. 184. P. 74–81,.

Pospelova V., Esenkulova S., Johannessen S.C. et al. Organic-walled dinoflagellate cyst production, composition and flux from 1996 to 1998 in the central Strait of Georgia (BC, Canada): A sediment trap study // Mar. Micropaleontol. 2010. V. 75. P. 17–37.

Radi T., de Vernal A., Peyron O. Relationships between dinocyst assemblages in surface sediments and hydrographic conditions in the Bering and Chukchi seas // J. Quaternary Sci. 2001. V. 16. P. 667–680.

Stockmarr J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis // Pollen Spores. 1971. V. 13. P. 615–621.

Wall D., Dale B. 'Living Fossils' in western Atlantic plankton // Nature.1966. V. 211. P. 1025.

Zonneveld K.A.F., Marret-Davies F., Versteegh G.J.M. et al. The Atlas of modern dinoflagellate cyst distribution based on 2405 datapoints // Rev. Palaeobot. Palynol. 2013. V.191. P. 1197.

ПРОБЛЕМЫ ЗОНАЛЬНОЙ ДИАТОМОВОЙ СТРАТИГРАФИИ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОРОНЕЖСКО-ПРИДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

Т.В. Орешкина

Геологический институт РАН, Москва, oreshkina@ginras.ru

PROBLEMS OF ZONAL DIATOM STRATIGRAPHY OF PALEOGENE OF THE VORONEZH-PRIDONETS REGION

T.V. ORESHKINA

Geological Institute, Russian Academy of Science, Moscow

The problems of zonal diatom stratigraphy of the Voronezh-Pridonets region are considered in the historical aspect. The updating of existing regional stratigraphic schemes for this region are related with integrated biostratigraphic revision of key section.

Key words: diatoms, marine Paleogene, biostratigraphy.

Широко развитые отложения морского палеогена представлены различными типами отложений – от биокремнистых до карбонатных, с доминированием различных групп микроорганизмов, обусловленным изменениями условиями седиментации на разных этапах развития этого палеобассейна.

Актуальной проблемой является ревизия региональных стратиграфическим схем этого региона, прежде всего связанной к требованиям Стратиграфического кодекса России использовать в качестве региональных стратиграфических подразделений отечественные литостратоны. В настоящее время сохраняется парадоксальная ситуация для палеогена этой территории. Так, для палеоцена и эоцена используются горизонты (сумской, каневский, бучакский, киевский и т.д.), стратотипы которых находятся на территории Украины. Предлагается в качестве основы актуализированной схемы использовать выделенные ранее подразделения стратиграфической схемы В.П. Семенова (1965) и ревизовать имеющиеся биостратиграфические данные по разным группам микрофоссилий из опорных разрезов, привлечь новые полевые материалы. Одной из важных стратиграфических групп микрофоссилий здесь являются группа кремневых водорослей – диатомей и силикофлагеллат.

Начало изучения этих групп в этом регионе относится к середине 1940-х гг. и связано с работами Ю.М. Успенской и А.П. Жузе, активные исследования возобновились в 1960-80 гг. З.И. Глезер, Н.И. Стрельниковой, А.П. Ольштынской. В 1990-е гг. было начато комплексное биостратиграфическое изучение палеогеновых отложений этого региона и прилегающий областей Украины (Радионова и др., 1994; Khokhlova et al., 1999; Горбаткина, Иосифова, 2004; Орешкина, Яковлева, 2007; Бугрова и др., 2016; Радионова, Орешкина, 2016).

К настоящему времени известно несколько стратиграфических уровней с силикофоссилиями. Это комплексы из бузиновской и вешенской свит (скв. 306 и 169 в районе Новохоперска), предположительно отнесенные к палеоцену (Стрельникова, 1991). Близкий по составу комплекс выделен из пачки алевритистой глины вешенской свиты скв. 321 (инт. 14,8–6,6 м), который, по нашему мнению, соответствует комплексу с Moisseevia uralensis нижнего эоцена (рисунок). Среди стратиграфических реперов – *Moisseevia uralensis* (Jouse) Strelnikova, *Pyxidicula moelleri* (A.S.) Streln. et Nikolaev, *Costopyxis broschii* (Grunow) Gleser, *Soleum exsculptum* Heiberg, *Rattrayella oamaruensis* (Grunow) De Toni.

Более представительный уровень с обильными и таксономически разнообразными силикофоссилиями относится к средней-нижней части верхнего эоцена (сергеевская, тишкинская и касьяновская свиты), соотносящиеся с тремя зонами шкалы Н.И. Стрельниковой – Craspedodiscus oblongus, Hemiaulus polymorphus var. charkovianus, Coscinodiscus succinctus. Предположительно к низам приабона относится комплекс с Trinacria subcapitata – Rutilaria lymoniformis. З.И. Глезер (1974) выделяет для верхней части киевской свиты – низов обуховской (=тишкинской и касьяновской свитам) зону Bipalla (=Paralia) oamaruensis (бартоннизы приабона). В нижней части киевской свиты (=сергеевской свиты) присутствует наннопланктон зон NP15 (низы) – NP16 (верхи). Репером основания зоны В. oamaruensis является



Рис. 1. Сопоставление комплексов диатомей из опорных разрезов Воронежско-Придонецкого региона с океанической шкалой (Barron et al., 2015, fig. 2) и присутствие реперных видов диатомей (по Бугровой и др., 2016)

появление индекс-вида и *Peponia barbadense*, а верхней границы – появление *Triceratium unguiculatum*. Однако датировки этих биособытий требуют подтверждения путем калибровки со шкалами по другим группам микрофоссилий, в первую очередь по диноцистам (рисунок). В настоящее время положение верхней границы зоны Bipalla oamaruensis дискуссионно. Согласно З.И. Глезер, граница между средним и верхним эоценом по диатомовым водорослям проводится несколько выше первого появления *Cosmiodiscus breviradiatus*. В схеме Н.И. Стрельниковой (1992) граница между средним и верхним эоценом примерно совпадает с первым появлением *Cristodiscus succinctus*. По имеющимся данным (Орешкина и др., 2015) в диатомовой ассоциации скв. 57 Северного Прикаспия присутствуют оба биостратиграфических репера, что позволяет соотнести биокремнистый интервал шубарсайской свиты с верхней частью зоны Bipalla oamaruensis и соответственно с приабоном, что совпадает с данными по диноцистам. Другая точка зрения, высказанная Э.П. Радионовой (Радионова, Орешкина, 2016) предполагает, что окончание биогенного кремненакопления в этом регионе наступает в связи с резким падением уровня Мирового океана на границе среднего и верхнего эоцена.

Исследования проведены в соответствии с планами научно-исследовательской работы ГИН РАН (тема № 0135-2018-0036) и гранта РФФИ № 18-05-00505.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бугрова Э.М., Беньямовский В.Н., Табачникова И.П. и др. Опорный разрез Кантемировка палеогена Воронежского региона // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24, № 6. С. 78–100.

Глезер З.И. Диатомовые водоросли палеогена // Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Л.: Наука, 1974. Т. 1. С. 109–146.

Горбаткина Т.Е., Иосифова Ю.И. Новые стратиграфические подразделения палеогена Воронежской антеклизы – воробьевская и пасековская свиты // Вестн. Воронежск. ун-та. Геол. 2004. № 2. С. 28–44.

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) // Палентологічні дослідження в Украіні / відп. ред. П.Ф. Гожик. Киев: Нора-прінт, 2007. С. 233–237.

Орешкина Т.В., Яковлева А.И., Щербинина Е.А. Комплексный микропалеонтологический анализ эоценовых отложений восточного Прикаспия (скв. 57, шубарсайская мульда, Казахстан) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2015. Т. 90, вып. 1. С. 42–80.

Радионова Э.П., Орешкина Т.В., Хохлова И.Е., Беньямовский В.Н. Эоценовые отложения северо-восточного борта Днепровско-Донецкой впадины (зональная стратиграфия и циклический анализ) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2, № 6. С.85–102.

Радионова Э.П., Орешкина Т.В. Проблема границы среднего-верхнего эоцена в разрезах северо-восточного борта Днепровско-Донецкой впадины // Проблемы обоснования региональных стратонов фанерозоя Украины. Мат-лы XXXVII сессии Палеонтологического общества НАН Украины (Киев, 7–9 сентября 2016 г.). Киев, 2016. С. 84–85.

Семенов В.П. Палеоген Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во Воронежск. ун-та, 1965. 279 с.

Стрельникова Н.И. Палеогеновые диатомовые водоросли. СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1991. 312 с.

Barron J.A., Stickley K.E., Bukry D. Paleooceanographic and paleoclimatic constraints on the global Eocene diatom and silicoflagellate record // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2015. V. 422. P. 85–100.

Khokhlova I.E., Radionova E.P., Beniamovskii V.N., Scherbinina E.A. Eocene stratigraphy of key sections of the Dnieper-Donets depression based on calcareous and siliceous microplankton // Geodiversitas. 1999. V. 21, N 3. P. 453–476.

МИКРОБИОТА И ПАЛЕООБСТАНОВКИ ТУРТАССКОГО ПАЛЕОБАССЕЙНА, ПОЗДНИЙ ОЛИГОЦЕН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.В. Орешкина, Г.Н. Александрова

Геологический институт PAH, Москва, oreshkina@ginras.ru, dinoflag@mail.ru

MICROBIOTA AND PALEOSETTINGS OF TURTAS PALEOBASIN, LATE OLIGOCENE, WEST SIBERIA

T.V. ORESHKINA, G.N. ALEKSANDROVA

Geological Institute, Russian Academy of Science, Moscow

The Turtas Formation (Upper Oligocene of Western Siberia) sediment record (bore-hole Zyryanka-1, Tyumen region) contains diverse microfossil assemblages. The ecological structure (freshwater diatoms, spicules and gemmuloscleras of freshwater sponges, spores and pollen, zygospores of *Zygnemaceous* algae) indicates the non-marine character of the Early Turtas basin. The absence, in comparison with the associations of the Zhuravka horizon of the more southerly regions of Western Siberia, Fagaceae, the *Pseudokomewuia* dinocyst, the low number of Taxodiaceae-Cupressaceae, Betulaceae, is probably explained by local features.

Key words: biosiliceous microfossils, palynomorphs, Turtas Formation, Oligocene, West Siberia.

Одним из ярких эпизодов геологической истории палеогена Западной Сибири является период существования на большей ее части одного или нескольких крупных континентальных водоемов. Впервые отложения этих бассейнов были выделены в туртасскую свиту с глубинами залегания 50–100 м (Шацкий и др., 1973) и стратотипом на р. Туртас на участке ниже устья р. Кацис. Породы туртасской свиты представлены тонко слоистыми, зеленовато-серыми глинами и алевролитами, обогащенными глауконитом, с прослоями диатомитов. Положение туртасской свиты в региональной стратиграфической схеме палеогеновых отложений Западной Сибири неоднократно пересматривалось. Первая унифицированная схема палеогена Западной Сибири была разработана в 1956 г., дополнена и утверждена в 1960 г. в Новосибирске. В 1968 г. переработанная схема была принята МСК. В окончательном варианте этой схемы туртасская свита отсутствует и заменяется журавской. В схеме 1976 г., разработанной под руководством С.Б. Шацкого, название туртасской свиты возвращается вновь. В схеме 1983 г., как и в схеме 2001 г., туртасская свита входит в состав журавского горизонта (рис. 1).

В настоящее время позднеолигоценовый (хаттский) возраст свиты подтвержден палинологическими данными. Согласно С.Б. Шацкому туртасская свита представляет собой более глубоководные фации центральных частей бассейна, журавская – прибрежные фации, развитые в Кулундинской степи.

Впервые изучение диатомовых комплексов туртасской свиты было проведено Н.В. Рубиной (1967, 1968, 1973; Диатомеи СССР..., 1974), которая установила для туртасской свиты локальную последовательность диатомовых комплексов, описала ряд новых эндемичных таксонов. В последующие годы ископаемые пресноводные диатомеи Западной Сибири не изучались в стратиграфическом аспекте, однако, ряд характерных видов подвергся выборочной таксономической ревизии. Руководящие виды туртасской свиты – *Melosira ignota* Rub. и *Coscinodiscus tener* Rub. до настоящего времени остались неревизованными.

С конца 90-гг. для олигоцена Западной Сибири появляются новые данные по палиноморфам и макрофлоре. В работах В.С. Волковой, И.А. Кульковой и О.Б. Кузьминой (Волкова и др., 2005 и др. работы) реконструирована растительность туртасского времени с преобладанием хвойных пород с *Taxodium* spp. и примесью широко- и мелколиственных пород. Сделан вывод о теплоумеренном влажном климате со среднегодовой температурой +15° С, с осадками 800–1000 мм в год и отсутствием отрицательных зимних температур. Находки органикостенного микрофитопланктона рода *Pseudokomewuia* (Волкова и др., 2000; Кузьмина, Волкова, 2004; Кузьмина, Шурыгин, 2016) вновь вызвало дискуссию о морском или солоноватоводном генезисе туртасского моря-озера и его связях с арктическим бассейном и байгубекским морем через Тургайский прогиб. В последних работах этих авторов предпочтение отдается точке зрения о неморском генезисе этих отложений, подтверждающейся данными по моллюскам, литологии, биомаркерам.

Ниже приведена детальная характеристика микрофоссилий из туртасской свиты (рис. 2), изученных в скв. Зырянская-1 (Александрова и др., 2017; Смирнов и др., 2017), пробуренной в 4 км к северо-западу от с. Зырянка Тюменского района Тюменской области (57°10'6,43» с.ш.; 64°59'9,93» в.д.). Скв. Зырянская-1 заложена в пределах III–IV надпойменной террасы в нижнем течении р. Пышма (абс. высота 106 м) и вскрыла осадки до глубины 15 м, представленные в интервале 5–15 м неясно слоистыми, серыми и палево-серыми глинистыми алевритами.

Биокремнистый материал (пресноводные и морские диатомовые водорослей, спикулы губок, хризофиты, эбридеи) приурочен к интервалу глубин 15–8 м. В интервале 7–4 м содержание биокремнистых остатков и их таксономическое разнообразие значительно снижаются.

Наиболее многочисленная группа биокремнистых организмов представлена массовым количеством мегасклер и микросклер пресноводных губок, которые нами специально не изучались. Преобладают морфотипы яйцевидной формы размерностью около 20 мкм по продольной оси, близкие по морфологии к группе современных тропических губок *Potamophlois*.

Отмечена единичная встречаемость хризофит и эбридей. Небольшую долю составляют переотложенные морские диатомовые раннего эоцена. Пресноводные диатомовые присутствует в массовом количестве. В числе доминантов – центрические Aulacoseira praegranulata gr. и Pseudoaulacosira ignota (Rubina) Oreshkina comb. nov. (=Melosira ignota Rubina).



Рис. 1. Положение комплексов микрофоссилий из скв. Зырянская-1 в стратиграфической схеме палеогеновых отложений Западной Сибири (Унифицированные..., 2001)


Рис. 2. Распределение различных групп микрофоссилий в разрезе скв. Зырянская-1 Обозначения: 1 – почвенно-растительный слой; 2 – глинистый алеврит; 3 – алеврит; 4 – глубина отбора проб

Отмечается присутствие тонкоареолированных пресноводных Actinocyclus. Бентос представлен в основном родами Eunotia (E .monodon Ehrenberg, E. arcus Ehrenberg, E. majuscula Moisseeva, E. nikolskiae Tscheremisinova), Tetracyclus (T. ellipticus var. latissimus Hustedt, T. lacustris var. strumosus (Ehrenberg) Hustedt, T. ellipticus (Ehrenberg) Grunow, T. ellipticus var. linearis Hustedt, T. celatom Okuno, T. lacustris Ralfs, T. ellipticus var. lancea f. subrostrata Hustedt, T. clypeus (Ehrenberg) Li, Navicula jimboi Pantocsek, Placoneis gastrum (Ehrenberg) Mereschkowsky, Placoneis spp., Cymbella aspera (Ehrenberg) Grunow, Surirella turgida W. Smith, Navicula americana Ehrenberg. Выделенный комплекс диатомей можно соотнести с комплексами Рубиной из нижней части туртасской свиты (Рубина, 1968, 1973).

В палиноспектрах господствует (85–90%) пыльца голосеменных. Споры, а также пыльца покрытосеменных, крайне малочисленны. В интервале 15–9 м доминирует пыльца хвойных растений, принадлежащая к различным видам Pinus s/g Haploxylon et Diploxylon, в меньшей степени к Tsuga sp., T. canadensis (L.) Carrière, T. crispa Zakl., T. torulosa Zakl., Abies sp., Picea sect. Omorica Willk., P. sect. Eupicea Willk., P. tobolica Pan., Taxodiaceae-Cupressaceae, Sciadopitys sp., Podocarpus spp., Cedrus sp. Немногочисленная пыльца покрытосеменных представлена Juglans sp., J. polyporata Vojc., J. sieboldianiformis Vojc., J. nigripites Wodehouse, Pterocarya sp., P. stenopteroides Vojc., Ulmus sp., Alnus sp., Sparganium sp., спорадически единичными экземплярами встречены *Carya* sp., *Ilex* sp., *Liquidambar* sp., *Tilia* sp., *Betula* sp., Carpinus sp., Corylus sp., Myrica sp., Comptonia sp., Nelumbo sp., Aldrovanda sp., Onargaceae, *Ephedra* sp., Ericales sp. Среди спор относительно часты Polypodiaceae, *Neogenisporis* sp., единичны – Sporites durabilis (Dokt.-Hreb.), Lycopodium spp., Osmunda sp. Также характерны разнообразные ископаемые зигоспоры зеленых водорослей, относящихся к Zygnematales: Diagonalites spp., Megatetrapidites spp., Rundinella spp., ex gr. Trochlearia sibirica Lub., Planctonites sp., Sigmopollis sp., Ovoidites spp., Schizosporis sp., что указывает на формирование осадков в пресноводных озерных палеообстановках. Палинокомплекс может быть сопоставлен с уровнем верхней части палинозоны СПЗ-13 – нижней частью СПЗ-14, а осадки отнесены ко второй половине новомихайловского – нижней части журавского горизонта, и датированы поздним рюпелем – ранним хаттом (Панова, 1971; Волкова, Кулькова, 1980, 1984; Практическая ..., 1991; Унифицированные ..., 2001; Кузьмина, Волкова, 2008).

Озерные обстановки, реконструированные по составу микробиоты и геохимическим данным, в первую очередь говорят об отсутствии устойчивых связей с морскими бассейна-

ми Арктики и Перитетиса. Отсутствие в отложениях туртаса скв. Зырянская-1 неморских диноцист и обильное содержание биокремнистых остатков можно объяснить известным антагонизмом кремневых и органикостенных групп, обусловленным температурным и гидрологическим режимом. Не исключен и сценарий Шацкого, предполагающий существование туртасского и журавского бассейнов частично изолированнных друг от друга. Кроме того, эпизод с высокой концентрацией диноцист рода Pseudokomewuia, установленный Кузьминой и Волковой, можно связать с максимумом позднеолигоценовой трансгрессии, в то время как отложения туртасской свиты, вскрытые скв. Зырянская-1, относятся к начальному этапу развития туртасской бассейна – началу позднего олигоцена. В перспективе изучение более полных разрезов туртасской и журавской свит несомненно сможет внести ясность в понимание этого этапа геологического развития Западной Сибири.

Исследования проведены в соответствии с планами научно-исследовательской работы ГИН РАН (Орешкина Т.В. – тема № 0135-2018-0036; Александрова Г.Н. – тема № 0135-2016-0001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова Г.Н., Орешкина Т.В., Константинов А.О., Кузьмина О.Б. Данные о возрасте и генезисе отложений верхнего кайнозоя Тюменской области (Западная Сибирь), обогащенных биокремнистым материалом// Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017. Т. 25, № 4. С. 62–88.

Волкова В.С., Кузьмина О.Б., Кулькова И.А. Морской и континентальный палеоген и миоцен южной части Барабинского фациального района Западной Сибири (стратиграфия, микрофоссилии) // Геология и геофизика. 2005. Т. 46, № 1. С. 60–71.

Волкова В.С., *Гнибиденко* З.Н., Кулькова И.А. О природе туртасского позднеолигоценового озера–моря в Западной Сибири // Геология и геофизика. 2000. Т. 41, №. 1. С. 62–70.

Волкова В.С., Шурыгин Б.Н. Первые находки диноцист в туртасской свите (верхний олигоцен) на юге Тюменской области//Докл. АН. 2016. Т. 467, № 6. С. 682–686.

Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. 1. Прошкина-Лавренко А.И. (ред.) Л.: Наука, 1974. 402 с.

Кузьмина О.Б., Волкова В.С. Первые находки динофлагеллат в континентальных верхнеолигоценовых отложениях журавской свиты (Западная Сибирь) // Докл. АН. 2004. Т. 394, № 2. С. 229–233.

Панова Л.А. Олигоцен Западно-Сибирской низменности // Кайнозойские флоры Сибири по палинологическим данным. М.: Наука, 1971. С. 40–50

Практическая палиностратиграфия / Ред. Панова Л.А., Ошуркова М.В., Романовская Г.М. Л.: Недра, 1990. 348 с.

Рубина Н.В. Новые виды рода *Coscinodiscus* Ehr. из туртасской свиты Западно-Сибирской низменности // Новости систематики низших растений. Т. 4. Л., 1967. С. 63–68.

Рубина Н.В. Комплексы диатомей в отложениях туртасской свиты Западно-Сибирской низменности // Ископаемые диатомовые водоросли СССР. М.: Наука, 1968. С. 61–66.

Рубина Н.В. Палеоальгологическое обоснование стратиграфии морских и континентальных палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской низменности // Морской и континентальный палеоген Сибири. Новосибирск: Наука, 1973. С. 87–96.

Смирнов П.В, Константинов А.О., Александрова Г.Н. Кузьмина О.Б. Новые данные по литологии прибрежных фаций туртасской свиты (верхний олигоцен, юг Западной Сибири) // Докл. АН. 2017. Т. 475, № 6. С. 1–4.

Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Объяснительная записка и схема. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2001. 84 с.

Шацкий С.Б., Александрова Л.В., Богдашев В.А. и др. Палеоген центральных районов Западной Сибири. В кн. Морской и континентальный палеоген Сибири. Новосибирск: Наука, 1973. С. 4–39.

ДИАТОМЕИ В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ И ШЕЛЬФА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ КАК ИНДИКАТОРЫ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Е.И. Штыркова, Е.И. Полякова

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, lenobl1996@gmail.com, ye.polyakova@mail.ru

DIATOMS IN THE HOLOCENE SEDIMENTS OF THE VOLGA DELTA AND THE ADJACENT NORTHERN CASPIAN SHELF AS INDICATORS OF PALAEOENVIRONMENTAL CONDITIONS

E.I. SHTYRKOVA, YE.I. POLYAKOVA

Lomonosov Moscow State University, Moscow

The Volga delta has been gently reacting to Caspian Sea level changes during the Holocene. This sedimentation area is of key importance for paleogeographical reconstructions of the Caspian Depression. This paper reports on the diatominferred morphological, pH, salinity, and trophic development of the Damchik area of the Volga delta in comparison with the data based on the Northern Caspian Sea sediments.

Key words: diatoms, Volga Delta, Caspian Sea, Holocene, paleoenvironments, sedimentation.

Дельта Волги – сложный природный объект, история формирования которого, современное положение и строение во многом связаны с изменениями уровня Каспийского моря в голоцене. К настоящему времени установлено, что в течение голоцена дельта неоднократно меняла конфигурацию в результате миграции береговой линии Северного Каспия (Леонтьев и др., 1977; Нижняя Волга..., 2002;). Изменению уровня моря и эволюции природной среды Северного Каспия и дельты Волги к настоящему времени посвящено много работ (Свиточ, Янина, 1994; Richards et al., 2014) с использованием разнообразных геолого-геоморфологических, микро- и малакофаунистических и палинологических методов.

Однако диатомеи, как одна из ведущих микропалеонтологических групп, широко используются в биостратиграфических и палеогеографических исследованиях, ввиду строгой зависимости их развития от экологических факторов (Полякова, 2010). Современные диатомовые ассоциации дельты Волги и Северного Каспия изучаются на протяжении нескольких десятилетий (Кленова, Ястребова, 1956; Свальнов и др., 2011, Корнева, 2015). Исследования современных и ископаемых диатомей шельфовых осадков в основном локализованы в Среднем и Южном Каспии (Жаковщикова, 1974; Кравчишина и др., 2016).

В данной работе нами представлены первые палеоэкологические реконструкции и сравнительный анализ условий осадконакопления на основе диатомовых ассоциаций по материалам изучения скважин в нижней части дельты Волги (скв. DM-1, рис. 1) и двух участков прилегающего шельфа Северного Каспия (скв. Zb-1 и Рыбачье-1).

Материал для изучения диатомовых ассоциаций дельтовых осадков отобран на территории Дамчикского участка Астраханского заповедника в ходе ручного бурения (скв. DM-1, рис. 1).

Район проведения работ является участком пойменно-русловой дельтовой равнины, водоёмы дельты эвтрофные с высоким содержанием азота и фосфора (Корнева, 2015) – необходимых элементов для питания диатомей.

По результатам диатомового анализа голоценовых дельтовых осадков, вскрытых скв. DM-1 в районе пос. Дамчик, выделено восемь диатомовых зон, характеризующих различные литофациальные условия осадконакопления. Установленные диатомовые зоны включают 60 видов и внутривидов и диатомей, что примерно соответствует этому значению в исследованных образцах современных ассоциаций (57 видов). В видовом разнообразии выделяются лишь 16 видов, характерных как для современных, так и для ископаемых голоценовых диатомовых комплексов района пос. Дамчик. Идентифицированные диатомеи разделены на экологические группы в соответствии с принятыми системами классификации (Round et al., 1990; Полякова, 2010).

VIII ДЗ (5,7–5,0 м) выделена в однородной толще белесого, возможно, карбонатного, мелкозернистого песка с примесью глинистых частиц по крайне малой концентрации створок диатомей (около 25–36 тыс. створок/г сухого вещества). Встречаются створки (до 6) пресноводных планктонных видов *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen, equничные бентосных диатомей рода *Epithemia (E. zebra* (Ehrenberg) Kützing, *E. argus* (Ehrenberg) Kützing и др.) – типичных обитателей «застойных» водоёмов с низкой гидродинамикой. Вероятно, осадок формировался во вдающемся в сушу дельтовом заливе – култуке, впоследствии высохшем.

VII ДЗ (5,0-4,65 м) выделяется в однородной толще тяжелого суглинка-глины. Для него характерно резкое возрастание концентрации створок диатомей (495,1 тыс./г) и примерно равное соотношение планктонных и бентосных видов (48,4 и 51,5% соответственно). Планктон представлен двумя типичными для Волги пресноводными видами *Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen и *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen (типичный обитатель эвтрофных водоемов). Основное видовое разнообразие составляют створки бентосных ацидофильных диатомей. В целом обстановка осадконакопления водоема характеризуется низкой гидродинамикой и формированием кислой среды. Вероятно, осадок накапливался в мелком пресном водоеме болотного типа.

VI ДЗ (4,65–3,8 м) выделяется в толще неоднородных суглинков с опесчаненными прослоями, обогащёнными детритом раковин. Встречаются единичные (до 5 экз.) створки планктонного вида *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, мерипланктонного олигогалоба-индиффирента *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot. В нижней «переходной» части интервала идентифицированы отдельные створки озерно-болотных ацидофильных видов родов *Epithemia* и *Eunotia*. Вероятно, осадок формировался в пресноводном, позже – слабо солоноватоводном водоеме с высокой скоростью осадконакопления – «пресноводном предустьевом пространстве» (Янина, 2008).



Рис. Схема расположения скважин, материал которых использован в работе

V ДЗ (3,8–2,6 м) выделяется в суглинках с постепенным увеличением доли песчаного материала вверх по керну и редкими прослоями детрита раковин моллюсков. Концентрация створок на порядок выше, чем в предыдущей диатомовой зоне и составляет 440–465 тыс./г. Около 43% всех створок приходится на пресноводный планктонный вид *Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen, субдоминантом является *A. granulata*. В целом, спектр «фоновых» видов схож с ассоциациями проток в современной авандельте. Вероятнее всего, осадконакопление происходило в постепенно зарастающей и периодически возобновляющей сток дельтовой протоке.

IV ДЗ (2,6–2,4 м) выделяется в толще тяжелого суглинка, включающего прослой черных глин (или торфа), обогащенных органикой на глубине 2,5–2,6 м. Подавляющее содержание бентосных диатомей (68%) свидетельствует о низкой гидродинамике водоема. Видовой состав схож с VII ДЗ: доминант – *Aulacoseira granulata*, субдоминант – галофобный бентосный *Eunotia monodon* Ehrenberg. В целом в данной зоне преобладают диатомеи родов *Epithemia* и *Eunotia* – индикаторы «застойных» условий. Возможно, осадконакопление происходило в пресном водоеме, однако с большей степенью разложения органики и, вероятно, меньшей глубиной, по сравнению с VII ДЗ.

III ДЗ (2,4–1,9 м) выделяется в толще средних суглинков по довольно низкой концентрации створок диатомей (87–93 тыс./г). Для данной зоны характерно преобладание пресноводных планктонных видов (Aulacoseira granulata, A. italica, Stephanodiscus astraea var. intermedia Fricke, Cyclotella meneghiniana (Kützing). Обилие галофильных (выше названные виды) и мезогалобных (Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve) диатомей в совокупности с большим количеством алкалифилов может свидетельствовать о притоке распреснённых морских вод в ходе осадконакопления. Скорее всего, осадок формировался в замкнутом водоеме в относительной близости к авандельтовому пространству и при периодическом притоке морских вод за счет нагонов или кратковременного поднятия уровня Каспия.

II ДЗ (1,9–0,9) выделяется в толще песков отличается наиболее низкими значениями концентрации створок диатомей: 15–26 тыс./г. Встречаются единичные створки типичных для Волги видов *Aulacoseira granulata*, *A. italica* и других. Вероятно, осадок формировался в русле дельтовой протоки с высокой скоростью осадконакопления.

I ДЗ (0,9–0,0 м) выделена в песках, преобразованных почвенными процессами, с включениями карбонатов в верхней части толщи. Характерный признак диатомовой зоны – обилие створок бентосного эдафического вида *Hantzschia amphyoxis* (Ehrenberg) Grunow (около 17–18%). Судя по высокой доле алкалифильных видов (*Fragilaria capucina* Desmazieres, *F. construens* (Ehrenberg) Grunow и других), можно предположить, что осадок формировался в мелком пресном водотоке со слабощелочной реакцией вод.

Ввиду высокой скорости осадконакопления, исследуемые отложения дельты Волги охватывают более «мелкую» ритмику изменений палеоэкологических условий, чем осадки шельфа Северного Каспия, вскрытые в скважинах Zb-1 и Рыбачье-1. Сравнение условий осадконакопления, реконструированных на основе диатомового анализа, в данных районах позволит проследить палеоэкологические изменения разного масштаба.

Керн скважины Zb-1 на шельфе Северного Каспия в створе северо-восточной части дельты довольно скудно охарактеризован остатками диатомовой флоры. Из исследуемого интервала 0,0–6,8 м удалось выделить одну диатомовую зону в интервале 5,8–3,5 м в пылеватых песках с включениями детрита раковин моллюсков. Нижняя граница зоны соответствует «контакту» отложений голоценовой новокаспийской трансгрессии и хвалынских глин, который выделен в ходе биостратиграфических исследований. Данная диатомовая зона характеризуется видовым разнообразием (41 вид), характерным для дельтовой протоки. Доминантом и субдоминантом являются: *Aulacoseira granulata* (11,7%) и *A. italica* (7%). Около 12,8% приходится на широко распространенный в изученных современных ассоциациях дельтовых проток бентосный вид *Cocconeis placentula* Ehrenberg и его разновидность *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck. В верхней части интервала встречаются единичные (до 4) створки и обломки каспийского умеренно-тепловодного вида *Coscinodiscus stellaris* Roper. Судя по сходству видового состава данной диатомовой зоны с ассоциациями современных дельтовых проток можно сделать вывод, что осадок формировался в русле пресного водотока. С учетом стратиграфического положения диатомовой зоны, осадконакопление могло произойти в течение мангышлакской регрессии (Леонтьев и др., 1977), которая сопровождалась выдвижением дельт рек, впадающих в Северный Каспий.

Материал голоценовой части керна скв. Рыбачье-1 на шельфе Северного Каспия в створе юго-западной части дельты содержит довольно большое количество диатомей. В исследуемом интервале 0,2–6,4 м выделено четыре обширные диатомовые зоны, характеризующие чередование типично «морского» осадконакопления с формированием отложений в более распреснённых водах (предположительно, во время регрессивных этапов, разделяющих стадии новокаспийской трансгрессии). Интервалы 0,8–1,73 м и 2,37–2,95 м не удалось охарактеризовать из-за отсутствия пригодного для отбора проб материала.

I ДЗ (6,4–3,7 м) выделена в толще пылеватых песков и характеризует практически «немые» отложения. Единичные створки пресноводных видов *Fragilaria capucina*, *Aulacoseira* granulata идентифицированы лишь в верхней части интервала. Судя по стратиграфическому положению толщи по аналогии со скв. Zb-1, данный осадок мог формироваться на этапе глубокой мангышлакской регрессии в субаэральных условиях.

II ДЗ (3,54–2,95 м) выделена в толще заторфованных глин и сапропелей. В ней преобладают пресноводно-солоноватоводные виды *Navicula capitoradiata* Germain, *N. libonensis* Schoeman, *Gomphoneis olivaceum* (Hornem.) P.A. Dawson ex R.Ross et P.A. Sims, а также алкалифильный *Craticula cuspidata* (Kützing), D.G. Mann in Round, R.M. Crawford et D.G. Mann. Интервал 3,50–2,99 характеризуется более «застойными» условиями с абсолютным доминированием частично растворенных створок диатомей рода Epithemia. Вероятнее всего, осадок формировался в сильно опреснённом мелком морском бассейне, на участке, удаленном от прибойной зоны.

I ДЗ (2,37–1,73 м) выделяется в толще сапропелеподобных глин, постепенно переходящих в пылеватый песок вверх по керну. Состав преобладающих диатомей в образцах данной диатомовой зоны соответствует авандельтовым комплексам (проток, ильменей): *Cocconeia placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck, *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana* (Kützing), *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman et R.E.M. Archibald. Вероятно, осадконакопление в данном интервале происходило при некотором выдвижении дельты в результате небольшого падения уровня Северного Каспия.

II ДЗ (0,8–0,2 м) отличается преобладанием створок морских центрических видов Actinocyclus octonarius Ehrenberg, Thalassioseira eccentrica (Ehrenberg) Cleve, Coscinodiscus apiculatus Ehrenberg. В более «застойных» условиях, в сапропелеподобном осадке, доминируют солоноватоводные виды Mastogloia pseudoexigua Cholnoky, Navicula delognei Van Heurck, а также встречаются частично растворенные створки диатомей родов Epithemia и Eunotia. Судя по гранулометрическому составу осадков (сапропелеподобная глина на глубине 0,8–0,3 м, песок с раковинным детритом – 0,2–0,3 м) и смене субдоминант, наблюдается увеличение интенсивности гидродинамики водоема вверх по керну. Верхняя часть интервала формировалась при некотором отступлении береговой линии и более активном волновом воздействии.

Можно сделать вывод, что условия осадконакопления разных частей шельфа Северного Каспия и нижней части дельты Волги определяются синхронными процессами миграции береговой линии моря и устьевой части пресных водотоков. Судя по стратиграфии и результатам диатомового анализа, колонки морских осадков охватывают более значительный временной интервал и включают в себя весь голоценовый период. Он по-разному охарактеризован в зависимости от местоположения скважины (скв. Рыбачье-1 оказалась более информативной), однако в обоих кернах присутствует осадок, вероятно, характеризующий мангышлакскую регрессию. В осадках Дамчиского участка Астраханского заповедника в дельте Волги отражается более мелкая, с точки зрения продолжительности, ритмика водоемов. Вероятнее всего, влияние небольшого подъема уровня моря прослеживается в диатомовых зонах VI и III и выражается в увеличении доли мезогалобных и алкалифильных видов. Исходя из результатов диатомового анализа, данная территория не подвергалась полному и длительному затоплению морем в ходе формирования осадка и, следовательно, охватывает меньший возрастной интервал, по сравнению со скважинами шельфа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Жаковщикова Т.К. Диатомеи из четвертичных отложений Среднего и Южного Каспия // Микропалеонтология океанов и морей. М.: Наука, 1974. С. 179-186.

Кленова М.В., Ястребова Л.А. Осадки северной части Каспийского моря // Современные осадки Каспийского моря. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 242–271.

Корнева Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги. Кострома: Костромской печатный дом, 2015. 284 с.

Кравчишина М.Д., Леин А.Ю., Паутова Л.А. Вертикальное распределение взвешенных веществ в Каспийском море в начале лета // Океанология. 2016. Т. 56, № 6. С. 901–918.

Леонтьев О.К., Маев Е.Г., Рычагов Г.И. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. М.: Изд-во Московск. Ун-та, 1977. 209 с.

Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика / Зайцев А.А., Иванов В.В.,

Коротаев В.Н., Лабутина И.А., Лукьянова С.А., Римский-Корсаков Н.А., Рычагов Г.И., Свиточ А.А., Сидорчук А.Ю., Сычёв В.В., Чернов А.В. М.: ГЕОС, 2002. 240 с.

Полякова Е.И. Диатомовый анализ // Методы палеогеографических реконструкций / Ред. П.А.Каплин, Т.А.Янина. М.: Географический факультет МГУ, 2010. С. 126–160.

Свальнов В.Н., Алексеева Т.Н., Газенко О.А. Современные осадки Северного Каспия и дельты Волги // Океанология. 2011. Т. 51, № 1. С. 123–135.

Свиточ А.А., Янина Т.А. Строение и развитие дельты р. Волги // Геоморфология. 1994. № 4. С. 11–24.

Янина Т.А. Малакофауна и эволюция дельты Волги в голоцене // Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена / Ред. Н.С. Болиховская, П.А. Каплин. М., 2008. С. 118–127.

Richards K., Bolikhovskaya N.S. et al. Reconstructions of deltaic environments from Holocene palynological records in the Volga delta, northern Caspian Sea // The Holocene. 2014. V. 24, N 10. P. 1226–1252.

Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The Diatoms. Biology & Morphology of the genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747 p.

P A 3 H O E

ДРЕВНЕЙШИЕ (AR-PR₁) МИКРОФОССИЛИИ: МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

М.М. Астафьева

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

ANCIENT (AR-PR₁) MICROFOSSILS: INVESTIGATION METHODS

M.M. ASTAFIEVA

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Different methods for the investigation of ancient microfossils – in macerates, in thin sections and in fresh chips in scanning electronic microscope - are discussed. The overwhelming advantage of the Scanning Electron Microscopy method is shown.

Key words: microfossils, investigation methods, Early Precambrian.

Традиционно микрофосилии в древнейших (AR–PR₁) породах исследовались в шлифах и мацератах (препаратах, полученных химическим разложением пород) под поляризационным оптическим микроскопом. Однако эти методы имеют существенные недостатки. Так при работе со шлифами мы имеем дело с тонкой притертой поверхностью породы, что часто не дает возможности проследить взаимоотношения обнаруженных микрофоссилий и вмещающих пород. При подготовке мацератов, т.е. растворяя жесткими кислотами вмещающую породу, мы также можем, как правило, наблюдать лишь отдельные фрагменты микроорганизмов.

Работа же со свежими сколами пород лишена подобных недостатков. При просмотре их под электронным микроскопом мы наблюдаем не только особенности микроструктур и горных пород, но и взаимоотношения вмещающей породы и микроструктуры. Таким образом, мы можем судить, составляли ли микрофоссилии единое целое с породой или же они «лежали» на поверхности (в этом случае велика вероятность того, что это более позднее засорение).

Для сравнения различных методов исследования древнейших пород были проведены исследования различных пород – архейских углистых сланцев, вуканогенно-осадочных и т.д. пород, архейских и раннепротерозойских кор выветривания, раннепротерозойских пиллоулав и вулканических стекол различных регионов и т.д.

I. Сравнение изучения микрофоссилий в мацератах и в свежих сколах

Архейские микрофоссилии Карелии изучались различными методами. В 1982 г. вышла книга Б.В. Тимофеева, посвященная микофоссилиям, в том числе акритархам, из верхнего архея и нижнего протерозоя Центральной Карелии и Среднего Приднепровья. В этой работе исследовались мацераты архейских пород. Нами были переизучены мацераты, полученные Б.В. Тимофеевым, и исследованы мацераты тех же пород, приготовленные в ПИН РАН (рис. 1), и, наконец, проведено изучение свежих сколов образцов, собранных нами из тех же мест во время полевых работ (Астафьева, 2006).

Как уже говорилось, при изучении мацератов мы можем наблюдать, как правило, только разрозненные экземпляры микрофоссилий. При этом ни характер соотношения микрофоссилий с вмещающей породой, ни их пространственное расположение наблюдать невозможно. Мы не можем даже судить о том, были ли эти формы одиночными или колониальными. Это ясно видно из приведенных ниже изображений.

II. Сравнение изучения микрофоссилий в шлифах и в свежих сколах

Классическим примером изучения шлифов пород, содержащих остатки микроорганизмов, служат данные, приведенные в книге Дж.В. Шопфа (Schopf, 1983). Они четко показывают все недостатки этого метода – плоское (даже при разной глубине резкости), не очень отчетливое изображение, и необходимость проведения реконструкции того, что мы видим на фотоснимке. А всякая реконструкция субъективна.

Подобные нитевидные формы, изученные нами в свежих сколах (рис. 2), выпуклы и демонстрируют всю полноту их взаимоотношений со вмещающей породой. Изучая те же ископаемые в свежих сколах, мы имеем принципиально иную картину (рис. 2, 3).





Рис. 1. Мацераты архейских пород (колл. Б.В. Тимофеева): а – акритархи, размеры, шероховатая поверхность и наличие складок смятия говорят о том, что это эвкариотные организмы; б – нитчатая форма, судя по размерам, складкам смятия и изгибам, вероятно, эвкариотная



а

Рис. 2. Нитевидные формы архея Карелии: а - многочисленные переплетающиеся нити с плотными толстыми чехлами, их настолько много, что создается впечатление, что этот фрагмент породы буквально сложен нитями, значит, условия обитания этих микроорганизмов были благоприятными; 2 – фрагмент изображения показывает, что нити изнутри покрыты мелкими (<0,5 мкм), по-видимому, опаловыми глобулами; такая инкрустация опаловыми глобулами характерна для начальных стадий окремнения (Крылов, Тихомирова, 1988) и присуща областям гидротермальных источников (Jones et al., 1998)



Рис. 3. Кокки из архея Карелии: а – заполнение кокками трещины во вмещающей породе; б – фрагмент породы, состоящий из кокков, покрытых гликокаликсом. Подобная разница в пространственном распределении кокков не может быть выявлена при изучении мацератов

Преимущество изучения свежих сколов пород по отношению к исследованиям шлифов пород также можно продемонстрировать на примере фрамбоидных структур. Фрамбоиды – это сфероидальные агрегаты микрокристаллов – кристаллитов (рис. 4). Фрамбоиды, как правило, сложены пиритом. Часто фрамбоиды разрушаются, образуя россыпь кристаллитов (рис. 5). В кристаллографическом отношении различают несколько модификаций кристаллитов, слагающих фрамбоиды. Это тетраэдры, кубы, октаэдры, икосаэдры и пенагон-додекаэдры, встречаются также округлые кристаллиты (Murowchick, 1987; Graham, Ohmoto, 1994; Ohfuji, Akai, 2002; Astafieva et al., 2004; Астафьева, 2005; Астафьева и др., 2005).

При работе со шлифами мы можем рассматривать только срезы пород, что часто вносит искажения в действительную картину. Это четко видно на примере фрамбоидов икосаэдрической формы, которые обнаружены в глинистых миоценовых-современных осадках Японии (Ohfuji, Akai, 2002).

Различные срезы данных фрамбоидов из различных местонахождений при просмотре в шлифах имеют пятиугольную (пентагональную) и треугольную форму. Эти кристаллиты можно рассматривать как входящие в состав фрамбоида в форме икосаэдра, поскольку икосаэдр состоит из двадцати тетраэдров, и при сечении икосаэдра по определенной плоскости можно получить пятиугольник.

Изображения фрамбоидов и слагающих их кристаллитов, полученные методом изучения свежих сколов пород, показывают трехмерные формы (рис. 4, 5) (Astafieva et al., 2004; Астафьева, 2005; Астафьева и др., 2005). Это дает нам возможность гораздо более достоверно судить не только о кристаллографических модификациях фрамбоидальных структур, но и о формах других объектов.

Метод изучения свежих сколов хорошо работает и при диагностике более поздних загрязнений и засорений. В этом случае особое внимание следует обращать на соотношение между микрофоссилиями и вмещающими породами (рис. 6).

Метод изучения свежих сколов был использован нами при исследовании разнообразных архейско-протерозойских пород: пилоу-лав и вулканических стекол, кор выветривания, осадочных и метаосадочных пород и т.д. И во всех случаях были получены интересные и вполне достоверные результаты.

Так, изучение древнейших кор выветривания позволило сделать вывод о колонизации суши бактериями на самых ранних этапах развития жизни на Земле и об участии бактерий в образовании самых древних кор выветривания. Еще один пример – протерозойские пиллоу-лавы Карелии и Южной Африки, изучение которых дало основание предположить большое значение для развития жизни границы между изверженной породой и водой, а точнее - изверженной породой и осадком. Были изучены свежие сколы нижнепротерозойских





б



Рис. 4. Фрамбоиды из черных сланцев: а – куонамской свиты (нижний кембрий) Сибирской платформы; б – синской свиты (нижний кембрий) Сибирской платформы



а





Рис. 5. Россыпь кристаллитов фрамбоидов (разрушенный фрамбоид) из черных сланцев верхней перми шель-фа Баренцева моря (скв. Северо-Кильдинская-82): а – общий вид россыпи, б, в – фрагменты





Рис. 6. Туфгенно-осадочные породы архея Хизоваарской структуры (Карелии). Более поздние загрязнения (формы образовались после завершения осадконакопления). Это следует из того что, интересующие нас формы обнаружены залегающими «поверх» породы

форсфоритов (самых древних из известных на Земле), образцов протерозойских полиметаллических руд Северной Австралии, высокоуглеродистых сланцев кембрия Сибирской платформы, каменноугольные глины Московского бассейна и многие другие породы. Во всех случаях метод изучения микрофоссилий в свежих сколах в электронном сканирующем микроскопе давал самые хорошие результаты.

Итак, бактериально-палеонтологическое изучение многочисленных и разнообразных образцов свежих сколов архейско-протерозойских пород (метаосадочных, кор выветривания, вулканогенно-осадочных, вулканогенных и т.д.) показало, что данные, полученные этим методом, более информативны и достоверны, и практически не могут быть оспорены.

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН № 17 «Эволюция органического мира. Роль и влияние планетарных процессов» подпрограмма (1) «Развитие жизненных и биосферных процессов» и поддержана грантом РФФИ № 17-04-00324.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Астафьева М.М. Фрамбоидальные структуры черных сланцев (кембрия Сибирской платформы и перми шельфа Баренцева моря) // Палеонтол. журн. 2005. № 1. С. 3–8.

Астафьева М.М., Розанов А.Ю., Хувер Р. Фрамбоиды: их структура и происхождение // Палеонтол. журн. 2005. № 5. С. 1–7.

Астафьева М.М. Архей Карелии и бактериальная палеонтология // Эволюция биосферы и биоразнообразия. К 70-летию А.Ю. Розанова. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. С. 120–128.

Крылов И.Н., Тихомирова Н.С. К образованию кремнистых микрофоссилий // Палеонтол. журн. 1988. № 3. С. 3–9.

Тимофеев Б.В. Микрофитофоссилии раннего докембрия. Л.: Наука, 1982. 128 с.

Astafieva M.M., Hoover R.B., Rozanov A.Yu. Framboidal structures in Earth rocks and in astromaterials // Proc. SPIE 2004. V. 5163. P. 36–47.

Graham U.M., Ohmoto H. Experimental study of formation mechanisms of hydrothermal pyrite // Geochim. Co-smochim. Acta. 1994. V. 58, N 10. P. 2187–2202.

Jones B., Renaut R.W., Rosen M.R. Microbial biofacies in hot-spring sinters: a model based on Ohaaki Pool, North Island, New Zealand // J. Sed. Res. 1998. V. 68, N 3. P. 413–434.

Murowchic J.B., Barnes H.L. Effects of temperature and degree of supersaturation on pyrite morphology // Amer. Mineralogist. 1987. V. 72. P. 1241–1250.

Ohfuji K., Akai J. Icosahedral domain structure of framboidal pyrite // Amer. Mineralogist. 2002. V. 87. P. 176–180.

Schopf J.W. (ed.). Earth's Biosphere, its Origin and Evolution. Princeton: Princeton Univ. Press, 1983.

АНОМАЛЬНО КРУПНЫЕ АКАНТОМОРФНЫЕ АКРИТАРХИ ВЕНДА СИБИРИ И ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Н.Г. Воробьева, В.Н. Сергеев

Геологический институт РАН, Москва, keltma@mail.ru; sergeev-micro@rambler.ru

EXTREMELY LARGE VENDIAN ACANTHOMORPH ACRITARCHS FROM SIBERIA AND EAST EUROPEAN PLATFORM

N.G. VOROB'EVA, V.N. SERGEEV

Geological Institute, Russain Academy of Sciences, Moscow

The lower Vendian Ura Formation of the Baikal-Patom Highland and Vychegda Formation of the East European Platform contain extremely large acanthomorph acritarchs exceeding 1 mm in diameter. They belong to Ediacaran Complex Acanthomorphic Paliniflora (ECAP) known from the lower Vendian (Ediacaran) deposits worldwide and interpreted either as remains of giant algae or eggs of oldest invertebrates. Differential interference contrast and Epi-fluorescence microscopy were applied to investigate these acritarchs.

Key words: Vendian, microfossils, acanthomorph acritarchs, Baikal-Patom Highland, East European Platform.

Распространение в нижнем венде своеобразных акритарх так называемого пертататакского типа или Эдиакарского Комплекса Акантоморфной Палинофлоры (ЭКАП) (Grey, 2005) является отличительной чертой вендской (эдиакарской) системы. В отложениях венда присутствует более 100 родовых таксонов акантоморфных акритарх, характерных только для данного стратиграфического интервала, и отличных от акантоморфид из более древних рифейских и более молодых кембрийских и в целом фанерозойских отложений. Высокое таксономическое разнообразие акантоморфид пертататакского типа создает неповторимую таксономическую характеристику вендской системы и особенно отложениям доредкинского интервала. Изучение вендских (эдиакарских) акантоморфных акритарх ЭКАП является одним из магистральных направлений современной микропалеонтологии докембрия, привлекая внимание большого количества ученых из различных стран. Главное внимание мирового сообщества сосредоточено на окремненных акритархах ЭКАП из формации Доушаньтуо венда Китая или органостенных микробиотах из венда Австралии в связи с удобной расположенностью естественных обнажений при полевых работах или практически беспрепятственной доступностью к керновому материалу. Однако глобальную микропалеонтологическую характеристику вендской (эдиакарской) системы невозможно получить, работая только по этим двум регионам. Существенным дополнением являются ассоциации ЭКАП вычегодской свиты Восточно-Европейской платформы и уринской свита Сибири. Акантоморфные акритархи пертататакского типа альтернативно интерпретируются либо как аномально крупные одноклеточные водоросли (Moczydlowska et al., 2011; Moczydlowska, Nagovitsin, 2012), либо как яйца низших беспозвоночных, образованных для пережидания неблагоприятных условий, вызванных в основном дефицитом кислорода в раннем венде (Cohen et al., 2009; Vorob'eva et al., 2009; Sergeev et al., 2011; Johnston et al., 2012). При этом большинство пертататакских акантоморфид превышает максимально допустимые размеры одноклеточных низших водорослей, например, для динофлагеллят порядка 200 мкм (Sarjent et al., 1987), но это объясняется аномально теплыми условиями в нижнем венде (эдиакарии) по аналогии с феноменом, наблюдаемым в фанерозое (Moczydlowska et al., 2011). Однако, среди акантоморфид ЭКАП имеется ряд таксонов по своим морфометрическим параметрам маловероятно могущие быть причисленными к группе водорослей, поскольку они, в большинстве случаев, превышают 0,5 мм в диаметре, а последние находки достигают почти 1 мм в максимальном измерении. Большинство этих микроостатков происходит из кельтминской микробиоты вычегодской свиты венда Восточно-Европейской платформы, дополняемыми микрофоссилиями из уринской свиты Байкало-Патомского нагорья.

Характерные таксоны вендских акантоморфных акритарх вычегодской свиты *Keltmia, Galeasphaeridium* и *Weissiella* (рис. 1), а также аномально крупные микроостатки из уринской свиты Сибири (рис. 2) по размерам превышают большинство известных акантоморф-

ных акритарх. Первые два таксона известны только из вычегодской свиты венда Восточно-Европейской платформы, а род *Weissiella* был идентифицирован и в кремнях формации Доушаньтуо венда Китая, причем в дополнение к типовому виду *W. grandistella* Vorob'eva et al. был установлен еще один вид – *W. brevis* Xiao et al.

Анализируемые микрофоссилии выделены из маломощных аргиллитовых слоев практически субгоризонтального залегания, приуроченных к верхней части разреза уринской свиты, обнаженных в приустьевой части р. Ура в 3 км выше ее впадения в р. Лена (Координаты Googlemaps 60,413091° с.ш. и 117,389331° в.д.).

В последовательности отложений данный интервал соответствует нижней пачке верхней подсвиты уринской свиты (Чумаков и др., 2013). Отсюда происходит подавляющая часть микрофоссилий (рис. 1, 2), известных ранее из уринской свиты (Воробьева и др., 2008; Sergeev et al., 2011), и практически все известные в составе микробиоты акантоморфные акритархи (Голубкова и др., 2010; Moczydlowska, Nagovitsin, 2012).

Обработка материала и изготовление препаратов проводились по усовершенствованной, предельно «мягкой» методике выделения органических остатков из литифицированных отложений включая ручной отбор наиболее крупных и сложно построенных форм под бинокулярным микроскопом.

Изучение микрофоссилий проводилось в проходящем и отраженном свете с применением методов дифференционно-интерференционного контраста и эпилюминисценции, а положение микрофоссилий в препаратах фиксировалось с использованием England Finder или точек на полоске бумаги, прикрепленной к краю препарата. Метод дифференционно-интерференционного контраста основан на переводе разности хода световых волн в разности их амплитуд за счет создания интерференционной картины при взаимодействии когерентных источников светового излучения. При этом повышается контраст, и выявляются детали строения поверхности оболочек и выростов органостенных микрофоссилий, плохо различимых в обычном проходящем свете. Метод эпилюминисценции основан на ответном возбуждении органического вещества при облучении ультрафиолетовым излучением. Органическое вещество начинает флюорисцировать, отвечая излучением световых волн определенной частоты видимой части спектра, которые при использовании соответствующих светофильтров дают контрастное четкое изображение. Наиболее эффективным метод эпилюминисценции является при применении к непрозрачным трехмерным органостенным микрофоссилиям, детали поверхности которых невидимы в проходящем свете из-за большой плотности оболочек. Приведенные изображения, полученные с применением метода эпилюминисценции, были сделаны с использованием зеленого светофильтра.

Новые биостратиграфические, хемостратиграфические и изотопные геохронологические данные показали, что уринская свита имеет ранневендский возраст (Чумаков и др., 2013). Детальное описание стратиграфического положения и возраста вычегодской свиты Восточно-Европейской платформы, даны в серии публикации Воробьевой Н.Г. с соавторами (Воробьева и др., 2006; Вейс и др., 2006; Vorob'eva et al., 2009). По нашим представлениям приведенные в работе акантоморфиды происходят из нижней части вычегодской свиты, отвечающей нижнему венду, стратиграфически расположенного ниже редкинского горизонта. По альтернативным представлениям вычегодская свита из вычегодского прогиба является фациальным аналогом редкинского горизонта и отвечает верхнему венду (Подковыров и др., 2011; Голубкова и др., 2015).

Выполненные работы по изучению вендских органостенных микрофоссилий уринской свиты Байкало-Патомского нагорья и вычегодской свиты Восточно-Европейской платформы показали, помимо известных ранее здесь акантоморфных акритарх, наличие крупных акантоморфид, превышающих все максимально известные размеры акритарх пертататакского типа венда (эдиакария). Эти микроостатки значительно крупнее цист большинства одноклеточных эвкариотных водорослей и, скорее, являются остатками яиц древнейших беспозвоночных. Применение новых методов исследований, таких как эпилюминисценция и дифференционно-интерференционный контраст, выявили детали морфологии непрозрачных оболочек, неразличимых при стандартном оптическом изучении в проходящем свете. Описанные находки расширяют представления об общем характере акантоморфных акритарх в венде и, возможно, о путях эволюции древнейших методов.

Работа выполнена при поддержке проектов РФФИ № 16-05-00139 и № 17-55-45081.



Рис. 1. Акантоморфиды вычегодской свиты венда Восточно-Европейской платформы, район Тиманского поднятия, скважина Кельминская-1 (в скобках указывается глубина нахождения образца в скважине в метрах). Фиг. 1, 2, 4–6. *Weissiella grandistella* Vorob'eva et al.: 1, 2, 4, 5 – фрагменты, экз. ГИН 14700-13, преп. 62N2-1 (2605, 5), т. 4; 6 – экз. ГИН 14700-203, преп. 62N2-49 (2600-2607), т. 6а. Фиг. 3. *Galeasphaeridium bicorporis* Vorob'eva et al., экз. ГИН 14700-795, преп. 73S2-A1 (2689), т. Х. Фиг. 7, 8. *Galeasphaeridium oviscoris* Vorob'eva et al., экз. ГИН 14700-18, преп. 62N2 (2605, 5), т. 3. Фиг. 9. *Keltmia irregularia* Vorob'eva et al., экз. ГИН 14700-18, преп. 62N2 (2605, 5), т. 5; 1, 3–7, 9 – изображения получены в проходящем свете, 8 – использована эпилюминисценция с зеленым светофильтром, 2 – применен дифференционно-интерференционный контраст

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 2. Акантоморфиды уринской свиты Байкало-Патомского нагорья, река Ура (3 км выше устья). Фиг. 1–6. Экз. ГИН 14701-794, препарат 14-47/8, координаты England Finder (EF) J-53-4. Фиг. 7–10. Экз. ГИН 147-01-795, преп. 14-47/9, координаты EF O-60-4; 1, 3, 5, 7, 10 – изображения получены в проходящем свете, 2, 4, 8 – использована эпилюминисценция с зеленым светофильтром, 6, 9 – применен дифференционно-интерференционного контраст

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вейс А.Ф., Воробьева Н.Г., Голубкова Е.Ю. Первые находки нижневендских микрофоссилий на Русской плите: таксономический состав и биостратиграфическое значение // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2006. Т. 14, № 4. С. 28–46.

Воробьева Н.Г., Сергеев В.Н., Семихатов М.А. Уникальная нижневендская кельтминская микробиота Тимана: новые данные о палеонтологии венда и его глобальной характеристике // Докл. АН. 2006. Т. 410, № 3. С. 366–371.

Воробьева Н.Г., Сергеев В.Н., Чумаков Н.М. Новые находки ранневендских микрофоссилий в уринской свите: пересмотр возраста патомского комплекса средней Сибири // Докл. АН. 2008. Т. 419, № 6. С. 782–787.

Голубкова Е.Ю., Раевская Е.Г., Кузнецов А.Б. Нижневендские комплексы микрофоссилий Восточной Сибири в решении стратиграфических проблем региона // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18, № 4. С. 3–27.

Голубкова Е.Ю., Зайцева Т.С., Кузнецов А.Б. и др. Микрофоссилии и Rb-Sr возраст глауконитов в опорном разрезе верхнего протерозоя Северо-Востока Русской плиты (скв. Кельтминская 1) // Докл. АН. 2015. Т. 462, № 4. С. 444–448.

Подковыров В.Н., Гражданкин Д.В., Маслов А.В. Литогеохимия тонкозернистых обломочных пород венда Южной части Вычегодского прогиба // Литология и полезн. ископаемые. 2011. № 5. С. 484–504.

Покровский Б.Г., Мележик В.А., Буякайте М.И. Изотопный состав С, О, Sr и S в позднедокембрийских отложенияхПатомского комплекса, Центральная Сибирь. Сообщение 1. Результаты, изотопная стратиграфия и проблемы датирования // Литология и полезн. ископаемые. 2006. № 5. С. 505–530.

Чумаков Н.М., Семихатов М.А., Сергеев В.Н. Опорный разрез вендских отложений юга Сибирской платформы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21, № 4. С. 26–51.

Янкаускас Т.В., Михайлова Н.С., Герман Т.Н. и др. Микрофоссилии докембрия СССР. Л.: Наука, 1989. 189 с.

Cohen P.A., Knoll A.H., Kodner R.B. Large spinose microfossils in Ediacaran rocks as resting stages of early animals // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2009. V. 106. P. 6519–6524.

Grey K. Ediacaran palynology of Australia // Mem. Assoc. Australasian Palaeontologists. 2005. V. 31. P. 1–439. Johnston D.T., Poulton S.W., Goldberg T. et al. Late Ediacaran redox stability and metazoan evolution // Earth Planet. Sci. Lett. 2012. V. 335–336. P. 25–35.

Moczydlowska M., Nagovitsin K. Ediacaran radiation of organic-walled microbiota recorded in the Ura Formation, Patom Uplift, East Siberia // Precambrian Res. 2012. V. 198–199. P. 1–24.

Moczydłowska M., Landing E., Zang W., Palacios T. Proterozoic phytoplankton and timing of Chlorophyte algae origins // Palaeontology. 2011. V. 54. P. 721–733.

Sergeev V.N., Knoll A.H., Vorob'eva N.G. Ediacaran microfossils from the Ura Formation, Baikal-Patom Uplift, Siberia: taxonomy and biostratigraphic significance // J. Paleontol. 2011. V. 85, N 5. P. 987–1011.

Sarjeant W., Lacalli T., Gaines G. The cysts and skeletal elements of dinoflagellates: Speculations on the ecological causes for their morphology and development // Micropaleontology. 1987. V. 33. P. 1–36.

Vorobeva N.G., Sergeev V.N., Knoll A.H. Neoproterozoic microfossils from the northeastern margin of the East European Platform// J. Paleontol. 2009. V. 83. P. 161–196.

Xiao S., Zhou C., Liu P. et al. Phosphatized acanthomorphic acritarchs and related microfossils from the Ediacaran Doushantuo Formation at Weng'an (South China) and their implications for biostratigraphic correlation // J. Paleontol. 2014. V. 88. P. 1–67.

МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ В ПОСТРОЕНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ (УСПЕХИ, ТРУДНОСТИ, ПЕРСПЕКТИВЫ)

Ю.Б. Гладенков

Геологический институт РАН, Москва, gladenkov@ginras.ru

MICROPALEONTOLOGICAL DATA IN CREATION OF REGIONAL STRATIGRAPHIC SCHEMES AND INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART (ACHIEVEMENTS, OBSTACLES AND PERSPECTIVES)

YU.B. GLADENKOV

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Materials of micropaleontological analysis became an important element for creation of regional stratigraphic schemes and revision of International Chronostratigraphic Chart. Zones, stages, regional stages (horizons) proposed on this basis are widely used in geological practice, especially geological mapping and drilling. Micropaleontological data are also of great importance for deciphering of geological events as well as for paleogeographic and paleoclimatic reconstructions.

Key words: micropaleontology, stratigraphic schemes, zones, bioevents.

То, что микропалеонтология играет громадную роль в стратиграфических работах, понятно, кажется, всем геологам. Мы уже привыкли, что расчленение и корреляция осадочных разрезов фанерозоя, базирующиеся на микропалеонтологической основе, широко и необратимо вошли в геологическую практику. Не случайно, что этим проблемам посвящены уже сотни статей. А в свое время многие отечественные микропалеонтологи – Д.М. Раузер-Черноусова, А.В. Фурсенко, С.Н. Наумова, В.П. Гричук, Е.Д. Заклинская, В.А. Крашенинников и другие – были отмечены высокими правительственными и научными наградами.

Но вместе с тем имеются несколько проблем, которые, наверное, постоянно будут нуждаться во внимании при обсуждении роли микропалеонтологии в стратиграфии. Первая проблема касается совершенствования Международной хроностратиграфической шкалы (МХШ) и региональных стратиграфических схем. Известно, что в настоящее время идет ^{*}ремонт^{*}— совершенствование МХШ, что проявляется в уточнении объемов ярусов, иногда замене "старых" ярусов новыми, а также корректировке их границ. И здесь широко используются биостратиграфические зоны и датированные уровни, выделение которых базируется на микропалеонтологических остатках. Международная комиссия по стратиграфии (МКС) в процессе определенных процедур постоянно принимает те или иные решения по ярусам разных систем с учетом трех общих принципов, которые были выработаны при построении МХШ – принципов приоритета, удобства и договоренности. Сейчас из 100 ярусных рубежей в фанерозое утверждены около 65, что нашло отражение в вариантах МХШ последних лет. Но при принятии этих решений в рамках МКС часто разгораются жаркие дискуссии. Дело в том, что, увлекаясь выделением датум-плейнов (био-уровней по отдельным палеонтологическим таксонам) и придавая им часто решающее значение при проведении границ, многие стали забывать о принципах выделения ярусов, как стратиграфических подразделений. Между тем следует помнить, что до использования микроостатков многие ярусы были обособлены на историко-геологической основе. В XIX веке фактически на региональных разрезах европейского континента были выделены геологические системы и ярусы, как стратиграфические единицы, отвечающие определенным этапам геологического развития европейской области. Эти этапы отражались в геологических формациях (с учетом литологического состава пород и разных палеонтологических остатков - фауны или флоры). Такой принцип выделения ярусов сейчас стал в ряде случаев нарушаться. Примером может служить выделение новых ярусов палеозоя, в частности кембрия и ордовика, когда принципы проведения ярусных границ стали меняться в пользу датум-плейнов.

Между тем, видимо, правы были В.В. Меннер, Г.П. Леонов, Б.С. Соколов и многие другие, кто отстаивал статус ярусных подразделений, как единиц, имеющих геоисторическую основу с определенными границами. Они отдавали предпочтение именно этим рубежам, а не границам, которые основаны только на смене отдельных таксонов микрофрссилий и которые часто стали закрепляться путем голосования в МКС. Другое дело, что в принципе микропалеонтологические материалы при грамотном их использовании, безусловно, имеют большое значение для маркировки "классических"- первоначальных ярусных границ. И здесь уместно вспомнить о принципах приоритета, удобства и договоренности.

Микропалеонтология играет большую роль в детализации МСШ и стратиграфических региональных схем – при расчленении ярусов и региоярусов (горизонтов). Сейчас в фанерозое выделено более 300 зон (по основным группам) и уже делаются попытки выделять подразделения инфразонального типа (подзоны, зонулы, слои с фауной или флорой, биогоризонты). При этом зоны в пределах каждой геологической системы, конечно, имеют свои особенности, но есть все-таки общие подходы к их выделению. На практике, к сожалению, очень часто понятие "зоны" используется по-разному. В связи с этим в настоящее время часто возникает необходимость того, чтобы каждый автор специально разъяснял свою зональную "позицию" – как он понимает зоны, какого ранга границы зон проводит, признает или отрицает необходимость выделения стратотипов зон, различает ли особенности хронозон, оппель-зон и биостратиграфических зон, использует ли в своей работе комплексные зоны или интервал-зоны и т.д. (Гладенков, 2010). Тем не менее, приобретаемый опыт, определенная логика и здравый смысл при построении зональных схем, наверное, приближает нас к корректным представлениям о зональной стратиграфии - реальным возможностям ее использования, как в региональных, так и в субглобальных корреляциях. Многочисленные работы российских специалистов по этой тематике отражают тот колоссальный опыт, который накоплен у нас на громадной территории России. Важная сводка результатов построения региональных зональных схем была представлена, в частности, в научном сборнике ВСЕГЕИ 2006 г. (Зональная стратиграфия..., 2006). Последние материалы по микропалеонтологическим исследованиям позволяют обсуждать ряд достаточно актуальных предложений по совершенствованию отдельных разделов последнего Стратиграфического кодекса России (2006). Например, имеются предложения о введении в местные стратиграфические подразделения "слоев с фауной – флорой" и категории "лона" (локальная зона), а в региональные схемы рекомендуется ввести региональную зону или "региозону" (рену) (табл. 1).

Не следует забывать, что зональная стратиграфия является также важным элементом для решения целого блока фундаментальных научных проблем (направленность и этапность эволюции таксонов и сообществ, сходство и различие в развитии микроорганизмов в разных экосистемах и проч.), которые сейчас рассматриваются для расшифровки биосферных процессов прошлого. Сочетание зонального расчленения с событийной стратиграфией (с выявлением кратковременных геологических событий разной природы) позволяет переходить, как уже говорилось, к инфразональной стратиграфии, которая позволяет не только расшифровывать в деталях стадийность и последовательность геологических явлений, но и прогнозировать природные процессы будущего.

Микропалеонтологические исследования испытали, пожалуй, два крупных "бума". Первый пришелся на 1930-е годы прошлого века, когда произошло активное внедрение в геологическую практику микропалеонтологии в связи с бурением на поиски нефти. Второй "бум" охватил 1960–1990-е годы, когда было развернуто глубоководное бурение в океанах. Именно в этот период были отработаны методические приемы зонального расчленения и выявлена возможность прослеживания реальных зон в осадках трех океанов, то есть фактически субглобально (сейчас пробурено уже более 2500 скважин и собран громадный массив микропалеонтологических данных). Возможно, в будущем нас ожидает третий "бум" в связи, например, с более детальным отбором образцов в разрезах и совершенствованием приборной базы и технических приемов, которые могут привести к существенному пересмотру классификации микроорганизмов разных групп. Это может дать новый толчок детализации стратиграфических схем и использованию их в оценке взаимосвязи биотических и абиотических событий прошлого, и в частности, в изучении особенностей эволюционных явлений. Кстати, как показывает практика, именно комплексные зоны, базирующиеся на изучении не отдельных таксонов, а сообществ, дают основание для выявления естественной периодизации эволюции микробиоты различных экосистем, что до сих пор остается слабо освещенным в литературе.

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

Таблица 1. Наиболее часто используемые стратиграфические подразделения при расчленении фанерозойских отложений (с участием данных по микрофоссилиям)

Общие	Региональные	Местные
Система		
Отдел		Серия
Ярус	Горизонт (Региоярус)	Свита
Хронозона	Региозона (Рена)	Лона Пачка Слои с фауной-флорой
II. СПЕЦИАЛЬНЫЕ стратиграфические подразделения (частного обоснования)		
Биостратиграфические Биостратиграфическая зона: – комплексная зона, – зона совместного распределения, – зона распространения таксона (биозона), – интервал-зона, – филозона, – акме-зона (эпиболь),		
– экозона		
Климатостратиграфические		
Магнитостратиграфические		
Сейсмостратиграфические		

I. ОСНОВНЫЕ стратиграфические подразделения (комплексного обоснования

Жирным шрифтом выделены наиболее часто употребляющиеся в современной практике подразделения

В заключение хотелось бы сделать одно замечание. Сейчас часто декларируется необходимость использования физических, циклических и прочих методов в стратиграфии, а иногда даже говорится о том, что они вытесняют биостратиграфию (например, порой утверждается, что при выделении границ кайнозойских ярусов уже в основном используются физические методы). Это утверждение кажется поспешным и вряд ли справедливым, ибо опыт работы всех подкомиссий (по разным системам) Международной комиссии по стратиграфии в последние годы показывает, что хотя выбор ярусных границ стараются основывать на мультидисциплинарной основе, но все-таки на первом месте остается биостратиграфия, а магнито-, сейсмо-, астро-, климато- и другие "стратиграфии" играют в основном важную маркирующую и корреляционную роль (принцип удобства). Информацию же о геологическом времени представляют только те методы, которые связаны с изучением необратимых, линейно однонаправленных геологических процессов. К ним относятся только биостратиграфический и радиологический методы (первый основан на необратимом развитии органического мира, второй – на радиоактивном распаде).

Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН № 0135-2018-0033, частично при поддержке проекта РФФИ № 16-05-00199 и, частично, проекта Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 17.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гладенков Ю.Б. Зональная биостратиграфия в решении фундаментальных и прикладных задач геологии // Стратиграфия. Геол.корреляция. 2010. Т. 18, № 6. С. 104–117.

Зональная стратиграфия фанерозоя России / Науч. ред. Т.Н. Корень. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 256 с. Стратиграфический кодекс России. Издание третье / Отв. ред. А.И. Жамойда. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006.

ОПОРНЫЕ РАЗРЕЗЫ НЕОГЕНА ТАМАНСКОГО ПРОГИБА И ПРЕДКАВКАЗЬЯ: УТОЧНЕНИЕ ВОЗРАСТА И ГРАНИЦ РЕГИОЯРУСОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ НАННОПЛАНКТОНА

Л.А. Головина

Геологический институт РАН, Москва, golovinal@mail.ru

NEOGENE REFERENCE SECTIONS OF THE TAMAN TROUGH AND CISCAUCASIA: CORRECTION OF AGE AND BOUNDARIES OF REGIONAL STAGE BY NANNOPLANKTON DATA

L.A. GOLOVINA

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The nannoplankton data in the Neogene reference sections of the Taman trough and the Ciscaucasia made it possible to obtain essentially new dates for biotic and biogeographic events: to clarify the position of the Oligocene / Miocene boundary, and also to date the boundaries and volume of some regiostages and correlations with the Central Paratethys subdivisions.

Key words: nannoplankton, Miocene, Eastern Paratethys.

Целью изучения комплексов наннопланктона из миоценовых отложений опорных разрезов Таманского прогиба и Предкавказья было уточнение возраста и границ региоярусных подразделений Восточного Паратетиса и возможность их корреляции с Международной геохронологической (стратиграфической) шкалой. Основное внимание уделялось отложениям, соответствующим кратковременным морским циклам – инвазиям, во время которых устанавливалась связь Восточного Паратетиса с Мировым океаном. В Предкавказье наннопланктон изучался в интервале от кавказского региояруса до нижнего сармата, а в Таманском прогибе от верхнего чокрака до киммерия.

Нижнемиоценовый вид-индекс зоны NN1 *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini шкалы Э. Мартини (Martini, 1971) был впервые установлен Я. Крховским (Akhmetiev et al., 1995) в разрезе по р. Белой. В ходе наших исследований подтверждено присутствие *Triquetrorhabdulus carinatus* в алкунских отложениях в этом разрезе и установлено полное соответствие комплекса наннофлоры комплексам из ранее изученных разрезов Предкавказья (Филиппова и др., 2010; Белуженко и др., 2018). Алкунские комплексы наннопланктона характеризуются преобладанием космополитного вида *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay, in Hay et al.) Викгу. Присутствие вида-индекса зоны NN1 *Tr. carinatus* в алкунских отложениях разреза Карамурзинский совместно с *Tr. milowii* Викгу с высокой степенью вероятности свидетельствует о принадлежности алкунских отложений к нижнемиоценовому интервалу зоны NN1 и позволяет проводить их корреляцию с нижней частью аквитана (Белуженко и др., 2018).

Изучение наннопланктона в гипостратотипе тархана (Керченский полуостров, Малый Камышлак) и в разрезах тархана Предкавказья позволило выделить слои с Sphenolithus heteromorphus, охватывающие кувинские, тарханские и аргунские слои тарханского региояруса (Головина, 2012). Комплекс наннопланктона представлен *Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud) Deflandre, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay, in Hay et al.), Bukry, *Helicosphaera carterii* (Wallich) Kamptner, *H. waltrans* Theodoridis, *H. mediterranea* Muller, *Rhabdosphaera* sp., *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Gartner) Gartner, *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre. Присутствие *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre совместно с *Helicosphaera waltrans* является важным дополнительным маркером для корреляции выделяемых слоев с S. heteromorphus с частью интервала зоны NN5 (Головина, 2012). Магнитостратиграфические данные по опорным разрезам Пшеха и Белая датируют нижнюю границу тарханского региояруса 14,85 млн лет (Palcu et al., 2017).

В разрезах среднего-верхнего миоцена Таманского полуострова представлены в почти непрерывной последовательности семь региоярусных подразделений (от верхнего чокрака до киммерия). Разрез антиклинали горы Зеленского был предложен в качестве одного из гипостратотипов конкского регияруса, так как конкские отложения вскрываются здесь в непрерывной последовательности от карагана до сармата (Головина и др., 2004), в то время как в стратотипе конского региояруса (балка Скотоватая, р. Конка, Украина), конка представлена только веселянскими слоями, залегает трансгрессивно на олигоцене и перекрыта с несогласием нижним сарматом (Вернигорова и др.,2017). В опорном разрезе, предложенном для конки для территории России (р. Белая, балка Чумная), также отсутствуют базальные слои, следовательно, нет полного представления ни об объеме региояруса, ни о его палеонтологической характеристике (Головина и др., 2009). Разрез антиклиналь горы Зеленского – мыс Панагия) предлагается стратотипическим для вспомогательного биостратиграфического подразделения – слоев с Reticulofenestra pseudoumbilicus (Paleontology..., 2016).

Нижняя граница слоев определяется по появлению вида-индекса Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner) Gartner совместно с планктонными фораминиферами Globigerina и бентосными фораминиферами родов Bolivina, Quiqueloculina, Cassidulina, Reussella, Discorbis, Articulina, Nodobaculariell и коррелируется с основанием картвельских слоев. По палеомагнитным данным нижняя граница картвела – 13,2 млн лет, а кровля – 12,9 млн лет (Palcu et al., 2017). В пределах нижней части слоев (подразделение **a**) присутствует наиболее разнообразная ассоциация наннопланктона, включающая Braarudosphaera bigelowii (Gran et Braarud) Deflandre, Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller, Cricolithus jonesi (Cohen), Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner) Gartner, Rhabdosphaera poculii (Bona et Kernene) Muller, Helicosphaera carteri, Rhabdosphaera pannonica Báldi-Beke, Sphenolithus moriformis (Bronnimann et Stradner) Bramlette et Wilcoxon, Discoaster sp., Helicosphaera sp., Sphenolithus sp., Thoracosphaera sp. (Paleontology..., 2016).

В средней части слоев (подразделение *b*) таксономическое разнообразие наннопланктона резко снижается, однако нарастает количественное преобладание *Reticulofenestra pseudou-mbilicus*. Вспышки численности этого вида становятся породообразующим компонентом и формируют отчетливые прослои тонкослоистых светлых кофейных глин (Paleontology..., 2016). Осадок в этих прослоях представлен исключительно кокколитами и многочисленными коккосферами прекрасной сохранности (рис. 1). Бурное развитие монодоминантного комплекса является первым сигналом начинающейся реорганизации гидрологического режима конкского бассейна, когда периодически возникали кратковременные условия стратификации водных масс. Однако бентосная микрофауна все еще характеризуется богатым видовым разнообразием характерным для сартаганских слоев (Вернигорова и др., 2017).

Верхняя часть слоев (подразделение *c*) соответствует эпиболи вида-индекса слоев с *R. pseudoumbilicus*. Мощный, до полутора метров маркирующий пласт сложен исключительно наннопланктоном великолепной сохранности, представленным в основном моновидовой ассоциацией R. pseudoumbilicus. Яркая литологическая граница маркирующего известковистого пласта и перекрывающих его темно-серых, почти черных глин знаменует резкую смену условий осадконакопления. которая соответствует границе конкского и сарматского региоярусов и по палеомагнитным данным датируется 12,65 млн лет (Paleontology..., 2016; Palcu et. al., 2017).

Слои с R. pseudoumbilicus охватывают конкские и картвельские отложения в разрезе антиклинали Зеленского, подразделения этих слоев (*a*, *b*, *c*) отвечают определенным этапам развития бассейна и могут коррелироваться с картвельскими, сартаганскими и веселянскими слоями. Однако относительно глубоководные отложения разреза бедны моллюсками и поэтому подразделение конкских отложений в разрезе антиклинали Зеленского основывается исключительно на микропалеонтологических данных. Наименования «картвельские» «сартаганские» и «веселянские» слои в данном случае использоваться не могут, поскольку микропалеонтологическая характеристика этих слоев в стратотипах сейчас отсутствует.

Слои с R. pseudoumbilicus прослеживаются в конкских отложениях разрезов Предкавказья (р. Белая, р. Пшеха, р. Фарс), характеризуются нерасчлененным комплексом зон NN6 Discoaster exilis – NN 7 Discoaster kugleri и коррелируются с отложениями верхнего бадения (косовия) Центрального Паратетиса (Paleontology..., 2016; Вернигорова и др., 2017; *Palcu et. al., 2017*).

Отложения нижнего мэотиса в Таманском прогибе содержат относительно скудную ассоциацию наннопланктона представленную в основном космополитными видами (Paleontology...,2016). В верхнем мэотисе и низах понта в разрезе мыс Железный Рог выделяется вспомогательное биостратиграфическое подразделение – слои с Braarudosphaera bigelowii.



Рис. 1. Комплекс наннопланктона из конкских отложений опорного разреза антиклиналь Зеленского, Таманский полуостров (обр. ZZ 013). Фиг. 1. Общий вид осадка маркирующего пласта (подразделение с), кровля слоев с *Reticulofenestra pseudoumbilicus*. ФИГ. 2–4, 6. *Braarudosphaera bigelowii* (Gran et Braarud) Deflandre: 2, 4 – фрагменты коккосферы; 3 – проксимальная сторона; 6 – дистальная сторона. Фиг. 5, 7–10, 14, 18. *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Gartner) Gartner: 5, 7, 18 – коккосфера; 8, 9, 10 – дистальная и проксимальная стороны коккосферы; 14 – фрагмент коккосферы. Фиг. 12. *Rhabdosphaera poculii* (Bona and Kernene) Muller. Фиг. 11, 13, 15–17. *Rhabdosphaera sicca* (Stradner) Fuchs et Stradner

По характеру распределения наннопланктона слои подразделяются на три части, каждая из которых характеризует определенный этап/фазу развития морской трансгрессии. Нижняя граница слоев устанавливается в верхней части верхнего мэотиса по появлению наннопланктона с доминированием *B. bigelowii* (Gran et Braarud, 1935) Deflandre, 1947, частыми *Syracosphaera pulchra* Lohman, *Syracosphaera* sp., более редкими *Coccolithus pelagicus*, единичными *Discoaster* sp., *Discoaster intercalaris* Bukry и *Lithostromation perdurum* Deflandre, *Reticulofenestra* spp., *Rhabdosphaera* sp., *Thoracosphaera* sp. совместно с морскими видами диатомей (Radionova, Golovina, 2011; Головина, 2012). Эта часть биогоризонта характеризуется наиболее обильным и богатым комплексом наннопланктона, отвечает первой фазе трансгрессии и знаменует установление кратковременной связи с Восточным Средиземноморьем в верхах мэотиса. Комплексы наннопланктона не содержат зональных и стратиграфически значимых видов за исключением единичных *Discoaster intercalaris*, обнаруженных в разрезе Попов Камень. Стратиграфический диапазон этого вида охватывает зоны CN9A – CN10A шкалы Окада и Бакри (Okada, Bukry, 1980).

Средняя часть биогоризонта слоев с В. bigelowii отвечает второму этапу трансгрессии. Этот этап характеризуется периодическими вспышками развития монотаксонных сообществ диатомей и кокколитофорид, что привело к формированию мощных ламинированных прослоев диатомитов (Radionova, Golovina, 2011; Paleontology..., 2016).

Верхняя часть биогоризонта соответствует заключительной фазе морской трансгрессии. Ухудшение связи с открытым морским бассейном фиксируется по резкому обеднению комплекса наннопланктона и присутствию пресноводных видов диатомей (Radionova, Golovina, 2011). Нижняя граница верхней части биогоризонта с *B. bigelowii* (Unit III) близка к границе мэотиса – понта, которая определяется по появлению моллюсков *Paradacna abichi* и типичных видов органикостенного фитопланктона – *Caspidinium rugosum* и *Galeacysta etrusca*. Основание понта датируется 6,1 млн лет (Филиппова, Трубихин, 2009; Paleontology..., 2016).

Верхняя граница слоев с В. bigelowii устанавливается по исчезновению наннопланктона в базальной части нижнего понта. Отложения, соответствующие биогоризонту с *B. bigelowii*, прослеживаются во всех опорных разрезах Таманского полуострова (мыс Железный Рог, Тамань, разрез Панагия, мыс Попов Камень), однако представлены там не в полном объеме. На основании находок индекс-видов океанических зон диатомей формирование слоев с В. bigelowii оценивается от 6,3 до 5,8 млн лет и коррелируется с ранним мессинием (Radionova, Golovina, 2011; Radionova et al., 2012).

Ограниченный характер связей бассейнов Восточного Паратетиса с открытым морем на протяжении миоценового времени не позволяет разработать полноценную зональную схему по наннопланктону. Однако полученные данные позволили выделить вспомогательные биостратиграфические подразделения, уточнить возраст и границы тарханского, конского и сарматского региоярусов, а для мэотического и понтического региоярусов комплексы наннопланктона обеспечивают палеоэкологические и палеогеографические реконструкции.

Работа выполнена в рамках государственной темы №АААА-А17-117030610119-6 Геологического института РАН; микропалеонтологические и полевые исследования поддержаны грантом РФФИ № 16-05-01032.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белуженко Е.В., Филиппова Н.Ю., Головина Л.А. Алкунская свита и граница палеогена – неогена на Северном Кавказе и в Предкавказье // Тр. НИИГеол. Воронежск. ун-та. Вып. 102. Воронеж: ВГУ, 2018. 102 с.

Вернигорова Ю.В., Головина Л.А., Попов С.В. и др. К вопросу об объеме и границах конкского региояруса (на примере опорного разреза горы Зеленского, Таманский полуостров // Мат-лы XXXVIII сессии Палеонтологического общества НАН Украины (Канев, 23-26 мая 2017 г.). Киев, 2017. С. 136-138.

Головина Л.А. К вопросу о стратиграфии средне-верхнемиоценовых отложений юга России по известковому наннопланктону // Современная микропалеонтология. Сб. матер. 15 Всерос. микропалеонтол. совещ. Геленджик, 2012. С. 305–308.

Головина Л.А., Гончарова И.А., Ростовцева Ю.В. Новые данные по биостратиграфии (наннопланктон, моллюски) и литологии среднего миоцена Таманского полуострова и Западного Предкавказья // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2004. Т. 12, № 6. С. 103–112.

Головина Л.А., Вернигорова Ю.В., Белуженко Е.В. Новые данные по микропалеонтологии конкских отложений Западного Предкавказья // Зб. наук. пр. IГН НАН України. Київ, 2009. С. 311–321.

Филиппова Н.Ю., Белуженко Е.В., Головина Л.А. Биостратиграфия алкунской свиты Северной Осетии по микропалеонтологическим данным (диноцисты, наннопланктон, споры и пыльца) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18, № 3. С. 83–106.

Филиппова Н.Ю., Трубихин В.М. К вопросу о корреляции верхнемиоценовых отложений Черноморского и Средиземноморского бассейнов // Гладенков Ю.Б. (Ред.) Актуальные проблемы неогеновой и четвертичной стратиграфии и их обсуждение на 33 Международном геологическом конгрессе М.: ГЕОС, 2009. С. 142–152.

Akhmetiev M.A., Popov S.V., Krhovsky J. et al. Excursion guidebook. Paleontology and stratigraphy of the Eocene – Miocene sections of the Western Pre-Caucasia. Moscow, Krasnodar, Majkop, 1995. 18 p.

Martini E. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation // Proc. 2nd International Conference on Planktonic Microfossils. Roma, 1971. V. 2. P. 739–785.

Okada H., Bukry D. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975) // Mar. Micropaleontol. 1980. V. 5. P. 321–325.

Paleontology and stratigraphy of the Middle – Upper Miocene of the Taman Peninsula. Part 1. Description of keysections and benthic fossil groups // Paleontol. J. 2016. V. 50, N 10. P. 1039–1206.

Palcu D., Golovina L.A, Vernyhorova Y.V., Popov S.V., Krijgsman W. Middle Miocene paleoenvironmental crises in Central Europe caused by changes in Paratethys gateway configuration // Global Planet. Change. 2017. V. 158. P. 57–71.

Radionova E.P., Golovina L.A. Upper Maeotian–Lower Pontian "Transitional Strata" in the Taman Peninsula: Stratigraphic position and paleogeographic interpretation // Geol. Carpatica. 2011. V. 62, N 1. 14 p.

Radionova E.P., Golovina L.A., Filippova N.Yu. et al. Middle-Upper Miocene stratigraphy of the Taman Peninsula, Eastern Paratethys, Central Europe // J. Geosci. 2012. V. 4, N 1. P. 188–204.

ПРОБЛЕМЫ МОРФОЛОГИИ И СИСТЕМАТИКИ В БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

Е.А. Жегалло

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

PROBLEMS OF MORFOLOGY AND CLASSIFICATION IN BACTERIAL PALEONTOLOGY

E.A. ZHEGALLO

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Bacterial paleontology studies the roles of bacteria and other microorganisms in the genesis of sedimentary rocks and ores. The difficulties of classifying fossil bacteria, including those due to the simplicity of their morphology, are illustrated with examples from two model objects of bacterial paleontology, geyserites and phosphorites. *Key words*: bacterial paleontology, phosphorites, geyserites, morphology, classification.

В 80-х годах прошлого столетия в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН в результате серии работ по исследованию разных горных пород на сканирующем электронном микроскопе возникло и получило развитие под руководством академика А.Ю. Розанова новое направление – бактериальная палеонтология (Бактериальная палеонтология, 2002). Областью ее интересов является седиментология, генезис полезных ископаемых, роль микроорганизмов в образовании пород. Основной метод исследований – электронная микроскопы с микроанализаторами – СКАНы).

За это время в Институте были изучены разнообразные породы: фосфориты, гейзериты, сланцы, глины, известняки, марганцевые руды, бокситы, джеспилиты и многие другие породы. К сожалению, не все породы были исследованы в полном объеме, все зависело от объема изучаемого материала, поэтому и полученные результаты различаются полнотой информации. Все найденные в образцах микроорганизмы по роли их в породах можно разделить на четыре группы: породообразующие, породоразрушающие, сопутствующие, и биологические контаминации. Породообразующие принимают активное участие в образовании породы (например, кокколитофориды в писчем меле, цианобактерии в хубсугульских фосфоритах, диатомовые водоросли в диатомитах). Породоразрушающие – бактерии, грибы, которые принимают участие в разрушении минералов, образующих породу (коры выветривания, бокситы). Сопутствующие – те, которые жили вовремя образования осадка или были занесены в это время в осадок, но не являющиеся породообразующими (диатомовые водоросли в гейзеритах, тасманиты в фосфоритах Хубсугула). Биологические контаминации – в результате позднейшего заселения разнообразных организмов на/в уже сформировавшиеся породы или которые оказываются в породах путем механического привноса разных организмов или их фрагментов с водами и ветрами (низшие грибы в синской свите, актиномицеты в гейзеритах.)

Из всех пород, которые были исследованы нами, можно выделить раннекембрийские фосфориты Хубсугульского месторождения Монголии и современные гейзериты Камчатки, как наиболее полно и детально изученные. Это объясняется тем, что в первом случае мы имели возможность в течение нескольких полевых сезонов детально отбирать образцы для исследований, в том числе и бактериально-палеонтологических. Была возможность изучать все разности фосфоритов, как по вертикальным разрезам, так и по простиранию в разных участках месторождения. И хотя фосфориты Хубсугула стали первым объектом исследований, качество полученных результатов и их объем позволили сделать их первым модельным объектом бактериальной палеонтологии. Вторым модельным объектом стали современные гейзериты Камчатки, которые мы изучали вместе с микробиологами группы Г.А. Заварзина. Образы были частично собранные микробиологами, а основной материал предоставлялся в течение ряда лет зам. директора Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН Г.А. Карповым, который также присоединился к нашим исследованиям. Совместная работа оказалась очень эффективной и плодотворной, обогатившей всех новыми знаниями. Поэтому на примере этих двух объектов рассмотрим проблемы морфологии и систематики в бактериальной палеонтологии.

Если найденные органические остатки принадлежащими эвкариотам достаточно легко определяются, то бактерии из-за очень простой морфологии и специфики систематизации современного бактериального материала классифицировать очень сложно. С этим мы столкнулись уже в самом начале наших исследований. Когда мы получили первые скановские фотографии хубсугульских фосфоритов, то оказалось, что они практически все состоят из микрожелвачков размером от десятков до сотни микрон. При больших увеличениях стало видно, что часть желвачков состоит из минерализованных переплетенных нитчатых форм прекрасной сохранности, разной длины и разного диаметра (от 1 до 20 мкм), то определили их как водорослево-бактериальные образования (Розанов, Жегалло, 1989). Но в процессе дальнейшей работы, когда на СКАНе был получен богатый фактический материал по строению микрожелвачков, проанализирована фациальная обстановка, в которой они образовывались, были проведены консультации и совместные эксперименты с микробиологами из Института микробиологии РАН. Было установлено неоспоримое сходство органических остатков, встречающихся в фосфоритах, с современными, чаще всего с цианобактериями, а микрожелвачки являются фрагментами фосфатизированного циано-бактериального мата (ЦМ), состоящего из собственно цианобактерий и комплекса других бактерий, прежде всего пурпурных. В рамках общих исследований была проведена большая работа по изучению процесса фосфатизации цианобактерий (Герасименко и др., 1996), одним из результатов которой появилась возможность интерпретировать те или иные формы найденные в желвачках. Самые массовые из них в желваках – нитчатые формы имеют наибольшее сходство с галофильной цианобактерией Microcoleus.

Систематика ископаемых цианобактерий была разработана для окремненных или органостенных микрофоссилий. В нашем случае впервые были найдены фосфатизированные цианобактерии. В одном и том же образце и даже водном и том же желвачке можно встретить нити разного диаметра, по-разному фоссилизированные. Можно выделить несколько вариантов их сохранности: полые тонкостенные трубочки, нити, целиком состоящие из фосфата, которые могли объединяться в пучки, стенки, в основном, гладкие, реже с тонкой продольной скульптурой, у других нитей внешняя поверхность состоит из фоссилизированных пурпурных или иных бактерий наннометровой размерности или более крупных палочковидных и гантелевидных форм, которые, возможно, могут быть и коккоидными цианобактериями, в ряде случаев они целиком замещали нить (рис. 1–3). На редких нитях встречались пережимы и кольца – межклеточные перегородки, а в плотных фосфатных желвачках от цианобактерий чаще всего видны только отпечатки от трихомов или чехлов (рис. 4).

Как мы убедились в процессе изучения фосфоритов, при фосфатизации сохраняется слишком мало морфологических признаков, что осложняет определение систематической принадлежности бактерий. Изучение фосфоритов продолжается в настоящее время, были исследованы образцы из 35 месторождений мира, в 1999 году была опубликована коллективная монография «Природа фосфатных зерен и фосфоритов крупнейших бассейнов мира» (Школьник и др., 1999). В монографии были опубликованы результаты исследования нижнекембрийских микрозернистых фосфоритов Каратау (Казахстан) и платформы Янцзы (Китай), мы надеялись встретить там цианобактерии аналогичные хубсугульским, к сожалению хубсугульская биота оказалась уникальной, и в других разновозрастных фосфоритах подобного нет. При описании хубсугульских фосфоритов мы указываем, что это цианобактерии, но не даем более детальных определений (Zhegallo et al., 2000; Астафьева и др., 2011). В принципе для наших работ этого достаточно.

Второй модельный объект – современные гейзериты Камчатки, которые мы совместно с микробиологами изучали более 15 лет по мере поступления нового материала. Они оказались уникальным материалом для исследований по бактериальной палеонтологии благодаря удивительной сохранности минерализованных цианобактерий, в ряде случаев определяемых до вида. Была опубликована серия статей, в настоящее время вышла из печати коллективная монография «Современный гидротермальный микробиологи несколько лет занимались исследованием термофильных циано-бактериальных матов в горячих источниках Узона. Изучение пленок и матов термофилов на поверхности гейзеритовых построек спровоцировало обра-

тить внимание на сами гейзериты. Выяснилось, что микроструктура гейзерита очень неоднородна, в высокотемпературной части источников в районе грифонов коллоидный кремнезем отлагается чисто хемогенным путем, а в области распространения термальных микроорганизмов – биогенным, циано-бактериальные маты служат своеобразной матрицей, по которой происходит ускоренная опализация в зоне смачивания термальными водами. В термальных источниках Камчатки окремнению подвергаются живые цианобактерии, а также их остатки (рис. 5), находящиеся на разных стадиях посмертной деградации, от практически прижизненных форм до значительно измененных. Таким образом, нитчатые цианобактерии могут сохраняться как в виде фоссилизированных трихомов, так чехлов или их отпечатков, кроме того могут встречаться участки минерализованного свободного гликокаликса. Сохранность различных объектов может сильно отличаться не только в отдельных слоях, но также и в одном образце на небольшом расстоянии друг от друга, что отражает различное физиологическое состояние цианобактерий в составе одного сообщества. Принято считать, что кремний является одним из лучших «вечных фиксаторов» различных биоморфных образований. Известны случаи, когда окремненный организм легко по морфологии сопоставляется и идентифицируется с ныне живущими организмами. Несмотря на высокое видовое разнообразие цианобактерий в термальных источниках Камчатки, его можно свести к нескольким морфологическим группам, которые удобно различать в микрофоссилиях.

1. Одноклеточные цианобактерии, которые в составе микрофоссилий могут встречаться в виде минерализованных шариков, палочек разных размеров. К этой группе относятся представители таких родов, как *Chroococcus, Synechococcus* и др.

2. Осциллаториевые цианобактерии (нитчатые, как правило, не имеющие ясно выраженных перетяжек между клетками). В составе микрофоссилий они сами или их чехлы могут встречаться в виде минерализованных трубочек различного диаметра. К этой группе относятся представители родов *Phormidium, Leptolyngbya, Lyngbya, Oscillatoria* и т.п.

3. Нитчатые, как правило, гетероцистные, цианобактерии с бочонкообразными клетками (с глубокими перетяжками между вегетативными клетками). Это, в основном, такие роды как *Nostoc, Anabaena*, а также некоторые «морфологические формы *Mastigocladus laminosus*». В составе микрофоссилий они могут встречаться в виде цепочек или скоплений из шариков, могут быть похожи на микрофоссилии группы 1.

4. *Mastigocladus laminosus* f. *typica*. В силу широкого распространения в термах Камчатки, в составе микрофоссилий может встречаться довольно часто, однако имеет множество форм сохранности, сходных со всеми остальными группами (рис. 6–8).

Даже в таком практически идеальном случае как наш, определение фоссилизированных бактерий по их остаткам проблематично и приблизительно. Наши коллеги микробиологи очень осторожно определяли найденные цианобактерии, приблизительно только 10% находок и в основном до рода, наиболее легко определялся *Mastigocladus laminosus*.

За тридцать лет существования бактериальной палеонтологии в Палеонтологическом институте были исследованы очень разнообразные породы, в одних случаях мы смогли достаточно полно провести изучение и в результате опубликовать монографии, в других – только небольшую статью. Для нашей группы продолжительный контакт, совместные работы с микробиологами принесли огромную пользу, совместный просмотр ископаемого и современного материала на сканирующем микроскопе научил видеть в образцах ископаемые бактерии, биопленки, гликокаликс. По большому счету для бактериальной палеонтологии не очень важно точное определение найденных форм, скорее важна сама находка, особенно если это массовый материал, потому что до настоящего времени еще до конца не оценена роль биогенного фактора в образовании осадочных пород и руд. Изучение найденных форм является вторым этапом исследований, когда надо определить роль найденных в породе остатков, а изучение породы, условий ее образования, минерального состава поможет определить к каким группам бактерий могут относиться найденные остатки. К сожалению, на примере двух модельных объектов видно, что у ископаемых бактерий очень мало морфологических признаков, да и те слишком просты, кроме этого необходимо учитывать постмортальные изменения, поэтому детального определения бактерий морфологический анализ не пригоден. Только в очень редких случаях, когда живые соседствуют с мертвыми (гейзериты, современные коры выветривания и т.д.). Но в принципе для бактериальной палеонтологии важно присутствие бактерий породе.



Рис. 1. Полые тонкостенные трубочки – трихомы или чехлы цианобактерии



Рис. 4. Плотный желвачок с полостями от нитчатых цианобактерий



Рис. 2. Нити с круглым сечением, целиком состоящие из фосфата, трихомы цианобактерии



Рис. 5. Фосфатизированные трихом и ниже чехол цианобактерии



Рис. 3. Внешняя поверхность нитей покрыта кокковидными бактериями



Рис. 6. Фосфатизированные трихомы цианобактерии Mastigocladus laminosus



Рис. 7. Фосфатизированные трихомы цианобактерий *Mastigocladus laminosus* (крупные клетки) и *Phormidium* sp. (тонкие нити)



Рис. 8. Фосфатизированные цианобактерии Mastigocladus laminosus

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Астафьева М.М., Герасименко Л.М., Гептнер А.Р. и др. Ископаемые бактерии и другие микроорганизмы в земных породах и астроматериалах. М.: ПИН РАН, 2011. 171 с.

Бактериальная палеонтология / ред. А.Ю. Розанов. М.: ПИН РАН, 2002. 188 с.

Герасименко Л.М., Гончарова И.В., Жегалло Е.А. и др. Процесс минерализации (фосфатизации) нитчатых цианобактерий // Литология и полезн. ископаемые. 1996. № 2. С. 208–214.

Карпов Г.А., Жегалло Е.А., Герасименко Л.М. и др. Современный гидротермальный микробиолитогенез в гейзеритах Камчатки. Владивосток: Дальнаука, 2016. 70 с.

Розанов А.Ю., Жегалло Е.А. К проблеме генезиса древних фосфоритов Азии // Литология и полезн. ископаемые. 1989. № 3. С. 67–82.

Школьник Э.Л., Тан Тяньфу, Еганов Э.А. и др. Природа фосфатных зерен и фосфоритов крупнейших бассейнов мира. Владивосток: Дальнаука, 1999. 207 с.

Zhegallo E.A., Rosanov A.Yu., Ushatinskaya G.T. et al. Atlas of Microorganisms from Ancient Phosphorites of Khubsugul (Mongolia). Huntsville, NASA, 2000, 167 p.

МИКРООРНАМЕНТАЦИЯ И ЯВЛЕНИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ДЕВОНСКИХ СКОЛЕКОДОНТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Кулашова Т.А.

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, tkulashova@hotmail.com

MICROORNOMINTATION AND REGENERATION IN TERMS OF DEVONIAN SKOLECODONTS FROM VORONEZH ANTECLISE

KULASHOVA T.A.

Borissiak Paleontological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, tkulashova@hotmail.com

Five types of scolecodonts microornamentation separated: striatal, regular, granular, rhombic, columnar. Connection in ornament position and distribution of it on jaw established. Regeneration abilities for separate jaw parts of scoleco-donts considered (in view of Voronezh Anteclise Devonian deposit fossils).

Keywords: scolecodonts, microornamentation, regeneration, Voronezh anteclise.

Сколекодонты – разнообразные единичные элементы, образующие челюстной аппарат ископаемых блуждающих полихет из отряда Eunicida. Полные челюстные аппараты в ископаемом состоянии встречаются довольно редко, наиболее хорошо сохраняются максиллы первого и второго порядков. На рисунке 1 отмечены основные морфологические элементы сколекодонтов.

Изученный материал происходит из четырех скважин, пробуренных в разных частях Воронежской антеклизы: Щигры-16 (Нижнекрасное) и Щигры-19 (Осиновка) Курской обл. (Назарова, Кононова, 2016), Задонская 1 Липецкой обл. (Кулашова, 2015), Ульяново УГ1 Калужской обл. (Венгерцев, 1995). При изучении данной коллекции (около 700 сколекодонтов различной сохранности) были обнаружены явления микроорнаментации и регенерации.

Некоторые ученые ранее уже отмечали наличие микроорнаментации. В работе Г. Шанявски и А.А. Газджицки (Szaniawski, Gazdzicki, 1978) рассказывается о наблюдениях, которые были сделаны П. Коррадини с соавторами (Corradini et al.). Они обнаружили, что на вентральной стороне сколекодонта вокруг и внутри пульповой полости можно наблюдать отпечатки мягких тканей (микроорнаментацию). Также они выявили, что микроорнаментация у различных представителей отличается, и сделали вывод, что она может быть систематическим признаком. Изучая собственный материал, состоящий из многочисленных дисперсных сколекодонтов юрского возраста, Г. Шанявски и А.А. Газджицки также заметили присутствие отпечатков мягких тканей на сколекодонтах.



Рис. 1. Морфология правых максилл первого порядка

Микроорнаментация заметна только при увеличении более 600 крат, поэтому она не различима в световой микроскоп. Для изучения нашей коллекции был использован сканирующий электронный микроскоп CamScan (ПИН РАН) По морфологическим признакам, на основании подробного изучения 18 экземпляров из скважин Щигры-16 и Щигры-19, нами было выделено пять основных типов микроорнаментации (рис. 2): стриатная, регулярная, ромбическая, гранулярная и столбчатая. Предварительные результаты были опубликованы ранее (Кулашова, 2016). Названия для типов орнаментации предложены по аналогии с подобной классификацией А.В. Журавлева (2004б), разработанной им для описания микроорнаментации у конодонтов. Однако стоит отметить, что микроорнаментация сколекодонтов и конодонтов не гомологична. Нарастание сколекодонтов происходит изнутри пульповой полости. Никаких линий роста, при этом не наблюдается, что дает повод полагать не однонаправленный рост, а «расширяющийся», то есть сразу во всех направлениях (Paxton, 1980). Нарастание конодонтовых элементов же происходит снаружи. В периоды роста элементы погружались в складку серкретирующего эпителия, что и проводило к появлению на них микроорнаментации (Журавлев, 2004а).

Для каждого типа микроорнаментации, было установлено характерное местоположение на поверхности сколекодонта (рис. 3). Стриатная – линейно-вытянутые узкие отпечатки, ориентированные вдоль сколекодонта. Была встречена исключительно на внутренней стороне крюка (рис. 3.1). Столбчатая – относительно широкие, параллельные, плотно- прилегающие друг к другу вдавленности. Обнаруживается только на парапете (рис. 3.2). Регулярная – изометричные, неоднородно ориентированные, плотно-прилегающие друг к другу отпечатки. Характерна для верруки, но может встречаться на стенке парапета, плоскости челюсти или на границе пульповой полости (рис. 3.3). Ромбическая – однонаправленные ромбоидальные опечатки. Размер соответствует отпечаткам регулярной микроорнаментации. Ромбическая микроорнаментация была замечена только на стенках пульповой полости (рис. 3.5). Гранулярная – очень мелкие, изометричные отпечатки. Наблюдается вокруг малых пульповых полостей (рис. 3.4).

Вероятнее всего, микроорнаментация представляет собой следы прикрепления мускулов (столбчатая) или отпечатки глоточного эпителия животного (ромбическая, гранулярная, регулярная, стриатная).

При изучении сколекодонтов из вышеперечисленных четырех скважин у 22 экземпляров были отмечены явные следы регенерации ранее сломанных частей челюстей: преимущественно следы зарастания зубчиков и главного зубца или крюка. О том, что наблюдаемое явление – следы регенерации говорят закругленные сглаженные края сломов, которые, как рубец, стягиваются к центру повреждения (рис. 4). На 14 экземплярах наблюдается зарастание главного зубца или крюка.



Рис. 2. Виды микроорнаментации сколекодонтов: 1 – стриатная, 2 – регулярная, 3 – ромбическая, 4 – гранулярная, 5 – столбчатая



Рис. 3. Примеры микроорнаментации и их характерное расположение на челюсти. Франский ярус, семилукский горизонт, Курская обл., скв. Щигры-16, инт. 91,25–96,15 м:

1 – стриатная, крюк, Atraktoprion sp. S, экз. МГУ № 272/906, обр. Щ-16/26; 2 – столбчатая, парапет, Atraktoprion sp. S, экз. МГУ № 272/907, обр. Щ-16/22; 3 – регулярная, веррука, ?Xanthoprion sp. C, экз. МГУ № 272/908, обр. Щ-16/23; 4 – гранулярная, малые пульповые полости, Atraktoprion sp. S, экз. МГУ № 272/909, обр. Щ-16/29; 5 – ромбическая, пульповая полость, ?Xanthoprion sp. C, экз. МГУ № 272/908, обр. Щ-16/23



Рис. 4. Пример сломанного и регенерированного скелета сколекодонтов:

А – не регенерированный сломанный крюк, *Atraktoprion* sp. S, экз. МГУ № 272/903, МІг, вид сверху; франский ярус, семилукский горизонт; Курская обл., скв. Щигры-16, инт. 91,25-96,15 м, обр. Щ-16/22;

Б – регенерированный главный зубец, *Paulinites*. sp. P, экз. МГУ № 272/905, МІг, вид сверху; эйфельский ярус, мосоловский горизонт; Липецкая обл., скв. Задонская 1, инт. 335,0-352,5 м, обр. ЗДОЛ-1/352



Рис. 5. Вероятный пример полной регенерации зубчика с его удвоением: *Kielanoprion ellery* Szaniawski et Wrona, 1973, экз. МГУ № 272/904, МІг, франский ярус, саргаевский горизонт; Курская обл., скв. Щигры-19, инт. 106,5-111,4 м, обр. Щ-19/59.

Полностью регенерировавшие сколекодонты обнаружить без изготовления шлифов затруднительно, однако был встречен один экземпляр, который, скорее всего, является примером полной регенерации сломанного зубчика, результатом чего стало его раздвоение (рис. 5).

Стоит отметить, что среди 273 сколекодонтов, изученных в СЭМ, только у 22 экземпляров были обнаружены явные следы регенерации, что составляет около 8%. Однако это количество нельзя считать полностью достоверным, так как некоторые сколекодонты были сломаны при наклеивании на столики и искомые регенерированные элементы могли отколоться вследствие современных механических повреждений.

Для подавляющего большинства современных представителей полихет характерна регенерация заднего конца тела. Это объясняется предрасположенностью к повреждениям из-за слабой дифференцифции метамеров препигидиального отдела (Hofmann, 1974; Bely, 2006; Novikova et al, 2013). Регенерация передней части встречается гораздо реже. Для одних родов характерно полное восстановление головного сегмента вне зависимости от места расчленения, для других – головная лопасть не восстанавливается, если срез провести в области челюстного аппарата, и восстанавливается, если выше его (ближе к ротовой полости) (Hofmann, 1974; Bely, 2006).

Поль С. Бойер (Boyer, 1975) полагал, что наличие мягких тканей в пульповой полости сколекодонта может способствовать регенерации твердых тканей и зарастание повреждений происходит изнутри. В то же время возможность к регенерации сколекодонтов у древних червей может быть связана с их способностью к линьке, которая не встречается у современных представителей, но была замечена некоторыми исследователями на ископаемом материале (Mierzejewski, 1978; Paxton, 2006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Венгерцев В.С. Литологический анализ франских отложений юга Калужской области (скв. УГ-1) // Биостратиграфия верхнего палеозоя Русской платформы и складчатых областей Урала и Тянь-Шаня. М.: ВНИГ-НИ, 1995. С. 180–188.

Журавлев А.В. Регенерация конодонтовых элементов: морфологические и гистологические аспекты // Палеонтол. журн. 2004а. № 2. С. 1–4.

Журавлев А.В. Структуры микроорнаментации конодонтовых элементов // Палеонтол. журн. 2004б. № 4. С. 55–59.

Кулашова Т.А., Назарова В.М., Кононова Л.И. Конодонты и сколекодонты мосоловского горизонта среднего девона в разрезе скважины Задонская 1 (Липецкая область) // Палеострат-2015. Москва 26-28 января 2015 г. Тезисы докладов. М.: ПИН РАН, 2015. С. 49.

Кулашова Т.А. Микроорнаментация некоторых франских сколекодонтов // Современная палеонтология: классические и новейшие методы. XIII всероссийская научная школа молодых ученых-палеонтологов. Москва 10-12 октября 2016 г. Тезисы докладов. М. ПИН РАН, 2016. С. 16.

Назарова В.М., Кононова Л.И. Стратиграфия мосоловского горизонта (эйфель, средний девон) Воронежской антеклизы по конодонтам // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24. № 3. С. 1–26.

Bely A.F. Distribution of segment regeneration ability in the Annelida // Integr Comp Biol. 2006. Vol. 46. N 4. P. 508–518.

Boyer, P. S. Polychaete jaw apparatus from the Devonian of Central Ohio // Acta Palaeontologica Polonica. 1975. Vol. 20. N 3. P. 425–435.

Hofmann D.K. Maturation, Epitoky and Regeneration in the Polychaete *Eunice siciliensis* under Field and Laboratory Conditions // Marine Biology. 1974. Vol. 25. P. 149–161.

Mierzejewski P. Molting of the jaws of Early Paleozoic Eunicida (Annelida, Polychaeta) // Acta Palaeontologica Polonica. 1978. Vol. 23. N 1. P. 73-88.

Novikova E.L., Bakalenko N.I., Nesterenko A.Y., Kulakova M.A. Expression of Hox genes during regeneration of nereid polychaete *Alitta (Nereis) virens* (Annelida, Lophotrochozoa) // EvoDevo. 2013. Vol. 4. N 14.

Paxton H. Jaw growth and replacement in Polychaeta // Journal of Natural history. 1980. Vol. 14. P. 543--546.

Paxton H. Replacement of adult maxillary jaws in Eunicida (Polychaeta) // Scientia Marina. 2006. 70S3. P. 331-336.

Szaniawski H., Gazdzicki A.A reconstruction of three Jurassic Polychaeta jaw apparatuses // Acta Palaeontologica Polonica. 1978. Vol. 23. N 1. P. 3–40.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОВСКОЙ МИКРО- И НАНОТОМОГРАФИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЕНД-НИЖНЕКЕМБРИЙСКИХ ИСКОПАЕМЫХ ОРГАНИЗМОВ

А.М. Кульков¹, Ю.В. Плоткина², Е.Ю. Голубкова²

¹Ресурсный Центр «РДМИ» НП СПбГУ, Санкт-Петербург ²Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург

USING OF X-RAY MICRO- AND NANOTOMOGRAPHY FOR INVESTIGATION OF FOSSILS OF THE VENDIAN-LOWERCAMBRIAN **DEPOSITS OF RUSSIAN PLATFORM**

A.M. KULKOV¹, E.YU. GOLUBKOVA², YU.V. PLOTKINA²

¹Research Center of X-ray diffraction studies SPbSU, St. Petersburg ²Institute of Precambrian Geology and Geochronology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

The fossils of Vendian-Lower Cambrian were investigated. These fossils belong to the groups of microfossils (Leiosphaeridia, Chuaria) and macroscopic fossils (Orbisiana sp.) with unknown systematic origin. Samples were analyzed using X-ray micro- and nanotomography scanners (Bruker, Belgium). The abstracts describe the possibilities and limitations of the X-ray microtomography method for the study of such objects.

Key words: microfossils, Vendian, early Cambrian, tomography.

Несмотря на длительную историю изучения ископаемых организмов большинство обнаруженных в верхнем докембрии – нижнем палеозое таксонов до сих пор не находят свое место в систематике современных организмов. Сложившая ситуация требует привлечения новейших прецизионных методов, которые позволяют получить дополнительные данные о составе и строении древних организмов. В работе представлены результаты изучения венд - нижнекембрийских микро- и макроскопических ископаемых организмов методом рентгеновской микротомографии. Этот метод был разработан относительно недавно, а его использование для изучения докембрийских объектов исчерпывалось единственной работой из Китая (Wan et al., 2014).

Рентгеновская микротомография является современным неразрушающим методом исследования внутреннего строения различных объектов. Результатом микротомографического сканирования является цифровая 3D-модель распределения рентгеновской плотности изучаемого образца, что позволяет выявить внутренние и внешние особенности строения объекта на микро- и наноуровне.

Для оценки возможности применения рентгеновской микротомографии на докембрийских объектах было проведено изучение микрофоссилий (Leiosphaeridia sp., Chuaria sp.) и макроскопических ископаемых организмов (Orbisiana sp.), отобранных из переходных верхневендских-нижнекембрийских отложений северо-запада Русской плиты (Ленинградская, Архангельская области).

Макроскопические ископаемые остатки Orbisiana sp. представляют собой объемные пиритизированные и лимонитизированные кольцевидные образования, сохраняющиеся на поверхности напластования аргиллитов и алевролитов. Для исследования на микротомографе Skyscan-1172 (Bruker, Бельгия) было отобрано 3 типа кольцевидных структур: однорядные цепочки Orbisiana linearis (рис. 1a), а также дихотомически ветвящиеся двух- и многорядные колонии, отнесенные к Orbisiana simplex (рис. 1г, ж) (Голубкова и др., 2017). Изучение кольцевидных струкур проводилось в породе. Сканирование выполнялось при напряжении на рентгеновской трубке 100 кВ, силе тока 100 мкА, без фильтра, с усреднением по 4 сканам, углом вращения 0,2° и разрешением 2,76 мкм. С помощью программы NRecon была сделана реконструкция полученных данных (преобразование 2D теневых изображений в 3D). Для коррекции изображений применялась программа СТАп. Визуализация 3D-модели и изучение внутреннего строения образцов проводилась с использованием программ CTVox и DataViewer.

Полученные томографические данные показали, что все анализируемые формы сложены идентичными элементарными сегментами, которые представляют собой короткие цилиндры, открытые с двух противоположных сторон во внешнюю среду (рис. 1).

Установлено, что элементарные ячейки в однорядных колониях *O. linearis* располагаются перпендикулярно поверхности напластования пород в один слой. Это позволяет предположить, что данные формы были способны образовывать двухмерные колонии, которые распространялись по поверхности субстрата. В противоположность этому, для колоний *O. simplex* были характерны как двух-, так и трехмерные колонии. Последние, скорее всего, образовывались за счет наращивания дополнительных рядов вверх колонии. Близкое строение отдельных сегментов-колец подтверждает правомерность отнесения разнообразных по морфологии кольцевидных образований к роду *Orbisiana*.

Второй объект представляет собой крупную окремненную оболочку, отнесенную к формальному роду *Chuaria*. Образец был извлечен из породы механически и изучен на нанотомографе Skyscan-2011 (Bruker, Бельгия). Сканирование проводилось при напряжении – 70 кВ, силе тока – 160 мкА, с усреднением по 5 сканам, угол вращения составлял 0,25°, разрешение – 2,36 мкм.

Анализируемый экземпляр имеет уплощенную сферическую форму диаметром около 1,5 мм и толщиной 0,2–0,3 мм (рис. 2). На поверхности оболочки наблюдаются складки смятия. На радиальном срезе (рис. 36) выделяются две плотностные области – менее плотная центральная и более плотная – внешняя (толщиной 10–30 мкм). Расчеты в программе СТАп показали, что объем образца равен 0,9 мм³, площадь поверхности равна 24,46 мм². Эти данные позволяют рассчитать размер оболочки в прижизненном состоянии, соответствующий сфере диаметром 1,2 мм. На границе внутренней области и внешней оболочки наблюдаются полости диаметром до 0,01 мм (рис. 36). Часть из них выходят на поверхность. Анализ порового пространства в программе СТVох не выявил закономерной системы полостей в объеме образца.

Третьим объектом изучения является органостенная, сплющенная до тончайшей пленки сферическая оболочка *Leiosphaeridia* sp. Для фиксации образца в приборе потребовалась предварительная пробоподготовка, которая заключалась в помещении объекта в матрицу из воска, прозрачного в рентгеновском излучении. Сканирование проводилось на микротомографе Skyscan-1172 (Bruker, Бельгия). Микротомографическое изучение органостенной оболочки не дало результатов. На теневых картинках были различимы лишь размытые контуры объекта, что, возможно, связано с его рентгенопрозрачностью. Кроме того, геометрия образца напрямую повлияла на качество результатов, так как соотношение линейных размеров к толщине оболочки было несоизмеримо велико.

Таким образом, метод рентгеновской микротомографии позволяет получить объемное изображение изучаемого объекта как находящегося внутри вмещающей породы, так и заранее отпрепарированного. Получение трехмерной модели с высоким пространственным разрешением без нарушения целостности образца делает этот метод уникальным. Его рекомендуется использовать на начальных этапах изучения ископаемых организмов, наряду с классическими палеонтологическими методами (оптической микроскопией, сканирующей электронной микроскопией).

Для получения оптимальных результатов томографического исследования образец должен отвечать следующим требованиям:

 – минимально допустимое различие в плотностях объекта и вмещающей породы должно составлять не менее 7–10%;

 – образец должен быть изометричен, то есть должен сохранять объем в ископаемом состоянии;

– рекомендуемые размеры образца для получения результатов с оптимальным пространственным разрешением составляют 20 мм для Skyscan-1172 (микротомограф) и до 1мм для Skyscan-2011 (нанотомограф).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00498.



Рис. 1. Морфологическое строение колоний *O. linearis* (а–в) и *O. simplex* (г–и): а, г, ж – общий вид; б, д, з – микротомографическая реконструкция; в – схема линейной колонии 2d колонии *O. Linearis*; е – схема плоской колонии 2d колонии *O. simplex*; и – схема 3d колонии *O. simplex*



Рис. 2. Результаты рентген-нанотомографического сканирования: а–в – взаимно перпендикулярные виртуальные сечения *Chuaria* sp.; г – микрофотография, выполненная на сканирующем электронном микроскопе TE-SCAN VEGA 3



Рис. 3. Результаты нанотомографического сканирования: а, б – 3D-модель *Chuaria* sp.: а – общий вид; б – радиальные срезы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Wan B., Xiao Sh., Yuan X. et al. *Orbisiana linearis* from the early Ediacaran Lantian Formation of South China and its taphonomic and ecological implications // Precambrian Res. 2014. V. 255. P. 266–275.

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФОССИЛИЙ НА ПРИМЕРЕ СТРОМАТОЛИТОВ ЧЕНЧЕНСКОЙ СВИТЫ ВЕНДА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Т.В. Литвинова, В.Н. Сергеев

Геологический институт РАН, Москва, litvinova-geo@rambler.ru; sergeev-micro@rambler.ru

COMBINED APPROACH TO INVESTIGATE THE MICROFOSSILES FROM THE STROMATOLITE OF THE VENDIAN CHENCHA FORMATION, MIDDLE SIBERIA

LITVINOVA T.V.¹, SERGEEV V.N.¹

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

The studies of the stromatolites from the Vendian Ura Formation, Baikal-Patom Highland, Midddle Siberia reported here are based on use of optical microscopy combined with electron microscopy. The fossilized community of stromatolite-building microorganisms including cyanobacteria and morphologically complex eukaryotes has been revealed. Taken together, these techniques provide information in situ and at high spatial resolution, about the permineralized microfossils and their participation in stromatolites constructing.

Key words: stromatolites, microfossils, electron microscopy, Vendian, Middle Siberia.

В последние годы изучение докембрийских биогенных микроструктур в строматолитах и других породах осуществляется разнообразными новыми методами, включая конфокальную лазерную сканирующую микроскопию, Рамановскую спектроскопию, электронную микроскопию и иные физико-аналитические подходы (Schopf et al., 2005, 2010; Sergeev et al., 2011; Литвинова, 2009, 2014; Litvinova, 2016). Это позволило вскрыть особенности морфологии ископаемых микроорганизмов и детали микроструктуры строматолитов, находящиеся за пределами разрешающей способности стандартной оптической микроскопии. В работе использован комбинированный подход: биогенные ультрамикроструктуры, изученные электронно-микроскопическим методом, исследовались дополнительно с помощью оптического микроскопа, что позволило получить наиболее полную и достоверную информацию о строении и составе породы, ее минеральных и биогенных компонентах. Исследования выполнены на примере строматолитов ченчинской свиты Байкало-Патомского нагорья средней Сибири, долгое время относившейся к позднему рифею (Стратиграфия..., 2005), пока недавно не был доказан их вендский возраст (Чумаков и др., 2007, 2013; Воробьева и др., 2008; Sergeev et al., 2011). По современным данным, стратиграфическое положение ченчинской свиты отвечает верхним горизонтам нижнего венда (Чумаков и др., 2013).

В результате длительного изучения биолитов (Комар, 1966; Крылов, 1975; Семихатов, Раабен, 1996; Stromatolites, 1976 и др.) было обработано огромное количество материалов и установлено пространственно-временное распределение строматолитов в докембрийских толщах. Так как обнаружить в них микроорганизмы не удавалось, изучалась в основном морфология строматолитовых построек методом графического препарирования (Крылов, 1975), в меньшей степени – микроструктура с помощью бинокуляра, то есть при небольших увеличениях (Комар, 1966). При работе с электронным микроскопом установить в шлифах биогенные микрообразования не удавалось, а при химическом препарировании породы возникала опасность ошибочной идентификации биоса. Новая методика исследования с помощью сканирующего электронного микроскопа позволяет избежать этих сложностей, однако она еще находится на стадии разработки, поэтому дополнительные возможности ее тестирования и коррекции крайне важны и интересны. С появлением более совершенных оптических микроскопов и использованием разнообразных методов исследования, включая дифференционно-интерференционный контраст и эпилюминисценцию, возможности стандартной микроскопии расширились. При дублировании методов электронной и оптической микроскопии значительно возрастает детальность исследований, и снимаются неясности, возникающие в процессе их раздельного использования.

Изученные строматолиты представлены тесно соприкасающимися столбиками высотой от 150 до 200 мм, их ширина не превышает 18 мм (рис. 1а, б), поверхность столбиков неровная, угловатая, с небольшими карнизами (рис. 1б, в, в₁), микроструктура неопределеннобеспорядочного характера (рис. 1в, в₂), обусловленная чередованием темных (органогенных) и светлых (минеральных) слойков. Впервые при исследовании на электронном микроскопе установлены фоссилизированные цианобактерии, эукариотные микроорганизмы и некоторые другие биогенные ультрамикроструктуры. Обогащенные органическим веществом (OB) слойки выровнены и относительно параллельны друг другу (рис. 1в₂), иногда плавно-волнистые, и значительно реже – зубчатые, которые представляют собой стилолитовые швы, связанные с постседиментационными изменениями (рис. 1в₃). В строматолитах отчетливо проявлены ламины – сплюснутые уплощенные цианобактериальные пленки, протягивающиеся через строматолитовые столбики (рис. 1г) и характеризующиеся облаковидными формами и тонкодисперсной внутренней структурой (рис. 1д, е), что резко выделяет их морфологически от мелко- или криптокристаллического карбонатного материала. По составу они также существенно отличаются от вмещающей породы (рис. 1г₁) повышенным количеством углерода и наличием микроконцентраций других биофильных элементов (рис. 1г2). Часто бактериальные пленки бывают деформированы – смяты (рис. 1е; рис. 3а) и с растрескавшейся поверхностью (рис. 1е,), что обусловлено процессами литификации осадка. Иногда они ассоциируются со скоплением коккоидных частиц (рис. 2a, б, б₁, б₂), также характеризующихся повышенным содержанием углерода. Последние часто встречаются в пробах и образуют в них отчетливо выделяющиеся вкрапленности или гнезда размером 10–20 мкм, включающие большое количество мельчайших (0,1–0,3 мкм) округлых частиц (рис. 2в–е). При изучении в оптическом микроскопе видно, что цианобактериальные пленки представляют собой не очень хорошо сохранившиеся деформированные колонии Eoentophysalis cf. E. dismallakesensis (рис. 3ж, 3). Строматолитообразующие цианобактерии, относящиеся к этому таксону, широко распространены в докембрии и известны из юдомской серии Учуро-Майского региона (Сергеев, 2002, 2006). Помимо перечисленных биогенных остатков, установлены также единичные конусовидные образования в форме рожка, резко переходящего в круглую, частично полую головку с округлым отверстием (рис. 2ж), они характеризуются повышенным содержанием углерода и присутствием некоторых биофильных химических элементов (рис. 2ж₁). По морфологическим признакам эти образования напоминают панцирных амеб рода *Melanocyrillium*, хорошо видных и в оптическом микроскопе (рис. 3ж), однако их размеры крайне малы. В исследованных строматолитах также отмечены проблематичные акантоморфные акритархи (рис. 3и) и хроококковые цианобактерии Myxococcoides (рис. 3г, д, е). При помощи электронного микроскопа было установлено, что помимо энтофизалесовых цианобактерий, в строматолитах ченчинской свиты встречаются гормогониевые цианобактерии, являющиеся строматолитостроящими микроорганизмами (Сергеев, 2002, 2006; Schopf et al., 2010). В первую очередь, это полые чехлы Siphonophycus typicum (Hermann), относящиеся к одному из наиболее распространенныхв докембрийских микробиотах таксонов, который и был в них выявлен (рис. 3а). Вторичные агрегаты чехлов S. typicum определены также методами оптической микроскопии, хотя это могут быть остатки политрихомных (несколько трихомов, окруженных общим чехлом) нитей *Eomicrocoleus* sp. (рис. 36). Измененные цианобактериальные пленки представляют собой остатки матов гормогониевых таксонов подобно *Siphonophycus* spp. (рис. 3в).

Комплексное изучение строматолитов ченчинской свиты позволило установить присутствие остатков микроорганизмов и выяснить детали их строения. Были определены таксоны ряда микрофоссилий, реликты хроококковых и гормогониевых строматолитообразующих сообществ цианобактерий, проблематичные остатки эвкариотных микроорганизмов, которые могут быть отнесены к панцирным амебам и акантоморфным акритархам пертататакского типа. Неупорядоченная тонкослоистая внутренняя структура строматолитов, наблюдаемая с помощью стереомикроскопа, обусловлена неравномерным распределением названных выше биогенных образований разнообразной морфологии, различных размеров и гетерогенной природы, а также их концентрацией в пределах темных органогенных слойков.

Такой комбинированный подход представляется весьма перспективным для диагностики биогенных микро- и ультрамикроструктур в строматолитах и остатков микроорганизмов, и позволяет расширить существующие представления о строматолитообразователях, их участии в осадконакоплении и формировании текстурно-структурных особенностей этих пород.

Исследование выполнено при поддержке грантов РФФИ 16-05-00139 и 17-55-45081.



Рис. 1. Цианобактериальные пленки в строматолитах ченчинской свиты: а – строматолиты ченчинской свиты р. Ура,; б – строматолитовые столбики; в – структура столбиков (шлиф): в₁–в₃ фрагменты структуры, в₁ – неровная поверхность столбика, в₂ – субпараллельная слоистость, в₃ – зубчатая стилолитоподобная форма одного из органогенных микрослойков; г – скопление цианобактериальных пленок в карбонатной массе, r_1 – r_2 спектры химического состава: r_1 – вмещающей породы, r_2 –цианобактериальных пленок; д – цианобактериальные пленки облаковидной формы, предположительно колонии *Eoentophysalis*; е – смятая бактериальная пленка: е₁ – фрагмент трещиноватой поверхности пленки



Рис. 2. Биогенные ультрамикроструктуры в строматолитах ченчинской свиты: а, б – уплощенные смятые цианобактериальные пленки и скопления коккоидных частиц, б₁, б₂ – фрагменты крупным планом; в – вкрапленник в пелитоморфном карбонатном материале; в–е – вкрапленники с коккоидными частицами; ж – образование, напоминающее панцирных амеб *Melanocyrillium*; ж₁ – спектр его химического состава

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Рис. 3. Биогенные ультрамикроструктуры в строматолитах ченчинской свиты: а – полый чехол Siphonophycus typicum; б – скопление чехлов S. typicum (указано стрелкой) или Eomicrocoleus sp.; в – обогащенный OB тонкий слоек (ламина) в структуре строматолита; г, д – коккоидные цианобактерии Myxococcoides sp.; е – деформированные Myxococcoides sp. или Archaeoellipsoides sp; ж – сf. Melanocyrillium sp. (указано стрелкой) и обогащенный OB слой, Eoentophysalis cf. E. dismallakesensis; з – обогащенный OB тонкий слой образованной E. cf. E. dismallakesensis; и – проблематичные остатки акантоморфных акритарх пертататакского типа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воробьева Н.Г., Сергеев В.Н., Чумаков Н.М. Новые находки ранневендских микрофоссилий в уринской свите: пересмотр возраста патомского комплекса средней Сибири // Докл. АН. 2008. Т. 419, № 6. С. 782–787.

Комар Вл.А. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение. М.: Наука, 1966. 122 с.

Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 243 с.

Литвинова Т.В. Новые данные по строению и составу строматолитовых построек (С. Прианабарье) // Ли-тология и полез. ископаемые. 2009. № 4. С. 428–437.

Литвинова Т.В. Ультрамикроструктуры строматолитового рифа Северного Прианабарья и их происхождение // Литология и полез. ископаемые. 2014. № 5. С. 443–454.

Семихатов М.А., Раабен М.Е. Динамика глобального разнообразия строматолитов протерозоя. Статья 2. Африка, Австралия, Северная Америка и общий синтез // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1996. Т. 4, № 1. С. 26–54.

Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии юдомской серии венда Учуро-Майского региона Сибири: Фациальная зависимость и биостратиграфические возможности // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10, № 6. С. 20–39.

Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии докембрия: природа, классификация и биостратиграфическое значение. М.: ГЕОС, 2006. 280 с.

Стратиграфия нефтеносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления / Под ред. А.Е. Конторовича. Новосибирск: Гео, 2005. 428 с.

Чумаков Н.М., Покровский Б.Г., Мележик В.А. Геологическая история патомского комплекса, поздний докембрий, Средняя Сибирь // ДАН. 2007. Т. 413. № 3. С. 379–383.

Чумаков Н.М., Семихатов М.А., Сергеев В.Н. Опорный разрез вендских отложений юга Сибирской платформы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2013. Т. 21, № 4. С. 26–51.

Litvinova T.V. Biogenic–Abiogenic Interactions in Stromatolitic Geosystems and Their Mineralization // Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems. Chapter 6. Springer, 2016. P. 50–66.

Schopf J.W., Kudryavtsev A.B. Three-dimensional Raman imagery of Precambrian microscopic organisms // Geobiology. 2005. V. 3. P. 1–12.

Schopf J.W., Kudryavtsev A.B., Sergeev V.N. Confocal laser scanning microscopy and Raman imagery of the late Neoproterozoic Chichkan microbiota of South Kazakhstan // J. Paleontol. 2010. V. 84. P. 402–416.

Sergeev V.N., Knoll A.H., Vorob'eva N.G. Ediacaran microfossils from the Ura Formation, Baikal-Patom Uplift, Siberia: taxonomy and biostratigraphic significance // J. Paleontol. 2011. V. 85, N 5. P. 987–1011.

Stromatolites / Ed. M.R. Walter. Amsterdam, Oxford, N.Y.: Elsevier, 1976. 326 p.

БИОГЕННЫЕ СТРУКТУРЫ В СИЛУРИЙСКИХ СТРОМАТОЛИТАХ (ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКИЙ РЕГИОН)

В.А. Матвеев

Институт геологии им. акад. Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, vamatveev@geo.komisc.ru

BIOGENIC STRUCTURES IN THE SILURIAN STROMATOLITES (TIMAN-NOTHERN URALS REGION)

V.A. MATVEEV

N.P. Yushkin Institute of Geology, Komi Scientific Center, Uralian Brunch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

Study of the Silurian stromatolites demonstrates presence of variety of biogenic structures, the morphological fabric of which is similar to the bacterial forms found in ancient Archean stromatolites and in modern cyanobacterial mats. The diversity of biogenic structures revealed in stromatolites indicates a high activity of microorganisms which formed cyanobacterial mats in the Silurian and confirms the microbial nature of stromatolites in the sections of the Timan-Nothern Urals region.

Key words: Silurian, stromatolites, biogenic structures, Timan, Nothern Urals.

Известно, что строматолиты, появившись впервые в докембрии, образуются и в настоящее время в заливах Северной Австралии, в соленых озерах США, на побережье Багамских островов в Атлантике и других регионах. Изучение современных строматолитов на Багамской Банке и в заливе Шарк-Бей, показало, что они являются результатом сложного процесса, который заключается в улавливании, связывании, закреплении и выделении карбонатных частиц, главным образом, цианобактериями и последующей литификации (Walter, 1976). Изучая строматолиты, важно установить наличие в микроструктурах строматолитовых построек остатки минерализованной микробиоты или следы ее жизнедеятельности (Медведев, 2016). Как отмечает Ю.А. Розанов (2003), среди карбонатных строматолитов остатки фоссилизированных микроорганизмов встречаются редко. Это связано с тем, что карбонаты (кальцит и арагонит) имеют очень короткую аморфную стадию, после которой начинается быстрая кристаллизация, в ходе чего клеточные оболочки бактериальных тел разрушаются. Лишь иногда остатки фоссилизированных микроорганизмов встречаются и среди строматолитов или в карбонатных породах.

Широкое использование в последнее время сканирующего микроскопа позволило выделить разнообразные бактериальные структуры во всех осадочных образованиях (Герасименко и др., 1996, 1999; Бактериальная палеонтология, 2002; Литвинова, 2014; Westall et al., 1995). Изученные строматолиты в разрезах силура представлены самыми разнообразными формами и размерами построек: от нескольких сантиметров до 10 метров. Основными морфологическими типами являются пластовые, желваковые и столбчатые постройки. Самым разнообразным морфотипом является желваковый тип, который подразделяется на дисковидные, шаровидные, караваевидные и куполовидные формы (рис. 1). В процессе изучения силура также было установлено, что начало строматолитообразования в Тимано-Североуральском палеобассейне было связано со средним лландовери (филиппьельским временем). Наиболее мощные строматолитовые постройки (до 10 м) развиты в разрезе западного склона Приполярного Урала в бассейне р. Кожым. Наибольшим морфологически разнообразием отличаются постройки лудлова на поднятии Чернова (Матвеев, 2011, 2013). В результате получены новые данные о стратиграфической приуроченности строматолитовых построек в силурийском разрезе и условиях их формирования в Тимано-Североуральском палеобассейне.

Для выявления биогенных структур силурийских строматолитов образцы исследовались на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) TescanVega 3 LMH с энергодисперсионным спектрометром X-MAX фирмы OXFORD Instruments, в лаборатории экспериментальной минералогии ИГ Коми НЦ УрО РАН, аналитиком С. С. Шевчуком (напыление углеродное). Для исключения поверхностного загрязнения перед исследованием образцы промывались

последовательно в дистиллированной воде, затем в спирте и протравливались 10% соляной кислотой. В протравленных кислотой образцах, образуется рельеф, в котором можно распознать микроструктуры, заключенные в породе, и их взаимоотношения с породой.

В результате исследования силурийских строматолитов, были обнаружены многочисленные биогенные структуры, которые можно рассматривать как остатки фоссилизированных микроорганизмов, принимавших участие в строматолитообразовании.

Эти остатки подразделены на пять основных форм.

I. Нитчатые формы – наиболее распространенные и часто встречающиеся в породе. Это чехлы трубчатых нитевидных образований (возможно цианобактерий), достигающих 60 мкм в длину, с толщиной стенок до 2 мкм (рис. 2, а, б в). Наблюдаться как одиночные нити тесно связанные с породой, так и скопления нескольких нитей на поверхности породы и переплетающихся между собой, образующие «паутинку», напоминающую мицелий современных актиномицетов (рис. 2, д). В некоторых случаях на нитях видны перегородки (рис. 2, г). В породе также наблюдаются нити, поверхности которых усыпаны глобулами (рис. 2, е). Возможно, эти нити принадлежат к современным гифам микромицетов с бородавчатыми выростами (Ископаемые бактерии..., 2011).

II. Коккоидные формы с тонкой сглаженной оболочкой довольно часто наблюдаются рядом с нитчатыми формами. Их размер, как правило, не превышает 2–5 мкм (рис. 2, б, в). Возможно, что коккоидные формы, связанные с нитчатыми строителями матов, являются гетеротрофными или хемиолитическими микроорганизмами. Можно предположить, что такие формы, принадлежат к спорам актиномицет, т.е. являются результатом современного засорения.

III. Крупные сферические формы, встречаются наиболее редко. Они подразделены на шаровидные формы размером 50×50 мкм, со глаженной мелкобугристой поверхностью и с мелкими порами, диаметром до 0,5 мкм (рис. 2, ж); овальные формы размером 50×70 мкм, с гладкой поверхностью, с мелкими порами, диаметром до 1 мкм (рис. 2, з) и шаровидные формы диаметром около 50 мкм с губчатой поверхностью (рис. 2, и).

IV. Куполообразные формы также редко встречаются. Их диаметр достигает 100 мкм. Поверхность неровная с многочисленными бугорками и перемычками (рис. 2, к). Сложное строение сферических куполообразных форм, возможно, свидетельствует о том что, они являются остатками эвкариотных микрооранизмов (Ископаемые бактерии..., 2011). Микрозондовый анализ показал, что в изученных образцах эти образования замещены пиритом (Матвеев, 2017).

V. Гликокаликс и биопленки. Гликокаликс – слизь, выделяемая вокруг клеток бактерий и цианобактерий, имеющая фибриллярное строение, выполняющая защитную роль (Бактериальная палеонтология, 2002). Изученный под СЭМ гликокаликс (?) имеет округлые пустоты, в которых, возможно, содержались бактериальные коккоиды (рис. 2, л) (Ископаемые бактерии..., 2011). Биопленки имеют размеры 40×50 мкм и сглаженную, с мелкими трещинками поверхность (рис 2, м). Известно, что биопленки являются результатом взаимодействий колоний бактерий, воды и внеклеточного полимерного вещества и часто встречаются в ископаемых строматолитовых постройках (Бактериальная палеонтология, 2002).

Таким образом, выявленное в строматолитах поднятия Чернова разнообразие биогенных структур, обнаруживает морфологическое сходство с бактериальными формами древних и современных строматолитов. Разнообразие этих форм указывает на высокую активность микроорганизмов, образующих цианобактериальный мат и подтверждает микробную природу силурийских строматолитовых построек.

Работа проводилась в рамках Госпрограммы № ГРАААА-А17-117121270038-1 и при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 18-5-5-50.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бактериальная палеонтология / С.С. Абызов, М. Велш, Ф. Вестал, и др. М.: ПИН РАН, 2002. 188 с.

Герасименко Л.М., Гончарова И.В., Жегалло Е.А. и др. Процесс минерализации (фосфатизации) нитчатых цианобактерий // Литология и полез. ископаемые. 1996. № 2. С. 208–214.

Герасименко Л.М., Заварзин Г.А., Розанов А.Ю., Ушатинская Г.Т. Роль цианобактерий в образовании фосфатных минералов // Журн. общ. биол. 1999. Т. 60, № 4. С. 415–430.

ТРУДЫ ХVІІ ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.

MCIII Ogg. et al. 2008			Безносова, 2008; Безносова, Лукин, 2009	9
Система	Отдел	Apyc	Горизонты	
СИЛУРИЙСКАЯ	годижа		Белушьинский	
	ш волдуг	Лудфордский	Сизимский	
		Горстийский	Падимейты- висский	
	BEHJIOK	Шейнвудский Гомерский	Войвывский	
	ІАНДОВЕРИ	Теличский	Маршрутни- нский	
			Филиппъель- ский	
	LUL	Аэронский	Лолашорский	10 cm

Рис. 1. Стратиграфическое распространение и основные морфологические типы строматолитов

в разрезе силура западного склона Приполярного Урала и поднятия Чернова. Фиг. 1. Столбчато-пластовые строматолиты (вид сверху, обн. 236А, р. Кожым). Фиг. 2. Пластовые строматолиты (обн. 109, р. Кожым). Фиг. 3. Куполовидные строматолиты (обн. 212, р. Кожым). Фиг. 4. Куполовидные строматолиты (обн. 109, р. Кожым). Фиг. 5. Караваевидные строматолиты (руч. Безымянный, поднятие Чернова). Фиг. 6. Караваевидные строматолиты (обн. 110, р. Кожым). Фиг. 7. Пластовые строматолиты (обн. 236, р. Кожым). Фиг. 8. Строматолиты (обн. 110, р. Кожым). Фиг. 7. Пластовые строматолиты (обн. 236, р. Кожым). Фиг. 8. Строматолиты биогерм с «мозговидной» поверхностью (р. Падимейтывис, поднятие Чернова). Фиг. 9. Столбчатые строматолиты (р. Падимейтывис). Фиг. 10. Сферические строматолиты (р. Падимейтывис)



Рис. 2. Электронно-микроскопические изображений биогенных структур, выявленных в силурийских строматолитах венлока поднятие Чернова и лландовери западного склона Приполярного Урала: а – минерализованный чехол трубчатого нитевидного образований (обр. БЗМ-90); б, коккоидные и нитчатые минерализованные микроорганизмы (обр. БЗМ-90); в – коккоидные минерализованные микроорганизмы (обр. БЗМ-95); г – фрагмент расплющенной одиночной нити с перегородкой (обр. БЗМ-95); д – нитевидные переплетающиеся формы, погруженные в гликокаликс (обр. БЗМ-95); ж –шаровидная форма, погруженная в породу со глаженной мелкобугристой поверхностью и с мелкими порами (обр. БЗМ-90); з – овальная форма с мелкими порами на поверхности (обр. БЗМ-90); к – шаровидная форма с губчатой поверхностью; л – куполообразная форма с многочисленными бугорками и перемычками (обр. БЗМ-90); л – фоссилизированный гликокаликс (?) (обр. БЗМ-90); м – фрагмент микробной биопленки (обр. БЗМ-90), е – фрагмент минерализованной нити, усыпанной мелкими бородавчатыми выростами (лландовери, р. Кожым, обр. 12/175); изображения во вторичных электронах

Ископаемые бактерии и другие микроорганизмы в земных породах и астроматериалах / Ред. А.Ю. Розанов, Г.Т. Ушатинская. М.: ПИН РАН, 2011. 172 с.

Литвинова Т.В. Новые данные по строению и составу строматолитовых построек (С. Прианабарье) // Литология и полез. ископаемые. 2009. № 4. С. 428–437.

Матвеев В.А. Строматолитовые постройки венлока поднятия Чернова: основные морфотипы, микроструктура // Вестн. ИГ Коми НЦ. 2011. № 11. С. 2–5.

Матвеев В.А. Основные морфотипы и микроструктура лландоверийских строматолитовых построек на западном склоне Приполярного Урала // Вестн. ИГ Коми НЦ. 2013. № 2. С. 17–20.

Матвеев В.А. Ультрамикроструктуры венлокских строматолитов поднятия Чернова // Докл. АН. 2017. Т. 474, № 2. С. 206–209.

Медведев П.В., Войтеховский Ю.Л., Чаженгина С.Ю., Чикирев И.В. О возрасте отложений п-овов Средний, Рыбачий и о-ва Кильдин (Кольский регион) в связи с находкой пластовых строматолитов // Вестн. МГТУ. 2016. Т. 19, № 1/1. С. 89–100.

Розанов А.Ю. Ископаемые бактерии, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы // Палеонтол. журн. 2003. № 6. С. 41–49.

Walter M. R. Stromatolites. Amsterdam: Elsevier, 1976.

Westall F., Boni L., Guerzoni E. The experimental silicfication of microorganism // Palaeontology. 1995. V. 38, N 3. P. 495–528.

ФАЦИАЛЬНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОСТЕННЫХ И ОКРЕМНЕННЫХ МИКРОБИОТ РАННЕБИЛЛЯХСКОГО БАССЕЙНА: НИЖНИЙ РИФЕЙ АНАБАРСКОГО ПОДНЯТИЯ СИБИРИ

П.Ю. Петров¹, М. Шарма², Н.Г. Воробьева¹, В.Н. Сергеев¹

¹Геологический институт РАН, Москва, sergeev-micro@rambler.ru ²Палеоботанический институт Барбала Сани, Лакнау, Индия, sharmamukund1@rediffmail.com

FACIES-STRATIGRAPHIC DISTRIBUTION OF ORGANIC-WALLED AND SILICIFIED MICROFOSSILS OF EARLY BILLIYAKH BASIN, LOWER RIPHEAN, ANABAR UPLIFT, SIBERIA

P.YU. PETROV¹, M. SHARMA², N.G. VOROB'EVA¹, V.N. SERGEEV¹ ¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow ²Barbal Sahni Palaeobotanical Institute, Lucknow, India

The sedimentary succession of the Anabar Uplift, North Siberia contains the Early Riphean abundant and diverse microfossil assemblages. The Ust-II'ya and lower Kotuikan organic-walled assemblages of prokaryotic and eukaryotic microorganisms from open shelf facies documents the status of the marine biosphere at an early Mesoproterozoic time. The silicified microbiotas of Upper Kotuikan and Yusmastakh formations from the restricted environments contain only prokaryotic cyanobacteria.

Key words: Anabar Uplift, early Riphean, cyanobacteria, eukaryotes, microfossils.

Анабарское поднятие представляет собой крупную (около 500 км в поперечнике) полого купольную структуру, расположенную в северной части Сибирской платформы (Комар, 1966; Khudoley et al., 2007). В пределах этой структуры архейский и раннепротерозойский кристаллический фундамент перекрыт нижнерифейскими отложениями, последовательность которых образует нижний стратиграфический ярус осадочного чехла Сибирского кратона. Эта последовательность, мощностью до 2 км, сформировалась в интервале 1580–1500 млн. лет и после длительного (более 950 млн лет) перерыва была перекрыта поздневендскими и нижнепалеозойскими осадками (Горохов и др., 2010; Петров, 2011; Воробьева, Петров, 2014). Представления о присутствии в разрезах Прианабарья верхнерифейских отложений (Купцова и др., 2015) являются малообоснованными.

Рифейская толща Прианабарья расчленяется на две контрастные по составу и по условиям формирования серии (Злобин, Голованов, 1970). Нижняя мукунская серия (до 800 м) сложена континентальными песчаными отложениями (Петров, 2014). Верхняя билляхская серия (до 1200 м) представлена осадками глинисто-карбонатных шельфов, которые заключают представительные нижнерифейские органостенные и окремненные микробиоты (Vorob'eva et al., 2015; Sergeev et al., 2017).

Континентальные и прибрежно-морские фации в разрезе связаны постепенным переходом. Основываясь на динамике изменения уровня моря, отчетливо обособляется стратиграфический интервал в объеме усть-ильинской и котуйканской свит, соответствующий палеобассейну раннебилляхского времени. В основании он ограничен согласной поверхностью усть-ильинской трансгрессии, а в кровле – поверхностью непродолжительной субаэральной экспозиции, предшествующей накоплению осадков юсмастахской свиты (рис. 1).

В истории этого палеобассейна выделяются три типа обстановок и соответствующие им три типа фациально-экологических ниш (E1–E3), которые заключают различные по таксономическому составу ассоциации микрофоссилий (рис. 1)

Усть-ильинская ниша E1 представляет наиболее глубоководные обстановки терригенного шельфа с активным штормовым влиянием. Органостенные микрофоссилии устьильинских отложений представлены обильными и относительно крупными остатками микроорганизмов, которые характеризуют открыто-морские фации и содержат в своем составе реликты разнообразных эвкариот (табл. 1). Доминирующими представителями микробиоты здесь является следующие таксоны: ?Chuaria circularis Walcott, Caudosphaera sp., Synsphaeridium sp., Heliconema ustilense Sergeev et Vorob'eva, Leiosphaeridia tenuissima Eisenack, L. ternata (Timofeev), L. minutissima (Naumova), L. jacutica (Timofeev), L. atava (Naumova), L. crassa (Naumova), L. aff. L. wimanii (Brotzen), Leiosphaeridia sp₁, Leiosphaeridia sp₂, Lineaforma aff. L. elongata Vorob'eva et Sergeev, Elatera aff. E. minor Vorob'eva et Sergeev, Navifusa sp., Oscillatoriopsis media Mendelson et Schopf, O. breviconvexa Schopf et Blacic, Palaeolyngbya helva Hermann, P. hebeiensis Zhang et Yan, Plicatidium latum (Jankauskas), Satka favosa Jankauskas, Polysphaeroides filiformis Hermann, Pterospermopsimorpha pileiformis Timofeev, Stictosphaeridium sinapticuliferum Timofeev, Pseudodendron anteridium Butterfield, Siphonophycus kestron Schopf, S. punctatum Buick and Knoll, S. solidum Golub, S. typicum Hermann, S. robustum (Schopf), S. septatum (Schopf) и 6 видов, описанных неформально.

Раннекотуйканская ниша Е2 отвечает открытоморским обстановкам карбонатной платформы с широким развитием строматолитовых биогермов, обрамляющих рифовых сооружений и умеренным поступлением силикокластики. Состав нижнекотуйканской микробиоты сходен с составом усть-ильинской. В нижней подсвите котуйканской свиты содержатся следующие формы органостенных микрофоссилий: Chuaria circularis, Hirudiforma simmetrica Vorob'eva et Sergeev, H. lancetica Vorob'eva et Sergeev, Elatera minor, Eosolena minuta Vorob'eva et Sergeev, Leiosphaeridia tenuissima, L. jacutica, L. atava, Leiosphaeridia spp., Lineaforma elongata, Navifusa sp., Oscillatoriopsis longa Timofeev et Hermann, O. media, O. vermiformis (Schopf), Ostiana microcystis Hermann, Palaeastrum dyptocranum Butterfield, Plicatidium latum, Polytrichoides lineatus Hermann, Polysphaeroides filiformis, Pterospermopsimorpha pileiformis, Pseudodendron anteridium, Rugosoopsis tenuis Timofeev et Hermann, Siphonophycus kestron, S. punctatum, S. solidum, S. typicum, S. thulenema Butterfield, Taenitrichoides jaruschevicus Asseeva и несколько неназванных форм. Усть-ильинская и нижнекотуйканская ассоциации микрофоссилий характеризуют открыто-морские шельфовые фации и содержат разнообразные остатки эвкариот, таких как мегасфероморфные акритархи, ветвящиеся нитчатые формы, а также реликты вероятных улотриксовых и хлорококковых зеленых водорослей и некоторых других морфологически сложных микроорганизмов неопределенного систематического положения (Vorob'eva et al., 2015). При этом характерные для нижнего рифея акантоморфные акритархи отсутствуют в открыто-морских фациях усть-ильинской и нижнекотуйканской биот. Это свидетельствует о сложной фациально-экологической зависимости латерального распределения сообществ микроорганизмов в рифейских бассейнах от состава вмещающих фаций.

Позднекотуйканская ниша ЕЗ соответствует обстановкам мелководной карбонатной платформы с резко выраженной «хемогенной» карбонатной садкой и частыми эпизодами перемыва отложений. Окремненная биота из этих маргинальных фаций характеризуется резким сокращением таксономического разнообразия. Микробиоты верхней подсвиты котуйканской свиты и нижней подсвиты юсмастахской свиты (табл. 2) представлены следующими видами окремненных микрофоссилий: Oscillatoriopsis majesticum Allison, O. spp., Filiconstrictosus magnus Yakschin, F. cephalon Sergeev et Knoll, F. ex gr. majusculus Yakschin, Partitiofilum yakschinii Sergeev et Knoll, Palaeolyngbya giganteus Yakschin, Circumvaginalis elongatus Sergeev, Archaeoellipsoides grandis Horodyski et Donaldson, A. major (Golovenoc et Belova), A. minor Sergeev et Knoll, A. bactroformis Sergeev et Knoll, A. elongatus (Golovenok et Belova), A. dolichos Zhang, A. crassus (Golovenok et Belova), A. conjunctivus Zhang, A. costatus Sergeev et Knoll, Veteronostocale medium Sergeev et Knoll, Siphonophycus robustum, Orculiphycus latus Yakschin, O. sp., Sphaerophycus medium Horodyski et Donaldson, Eosynechococcus moorei Hofmann, E. brevis Knoll, Eoentophysalis belcherensis Hofmann, Gloeodiniopsis sp., Coniunctiophycus conglobatum Zhang, C. gaoyuzhuangense Zhang, Eogloeocapsa bella Golovenok et Belova, Myxococcoides grandis Horodyski et Donaldson, M. sp., Phanerosphaerops magnicellularis Yakschin (Cepreeb, 2006).

Основные черты фациально-стратиграфического распределения микробиот раннебилляхского бассейна характерны для многих других фациально сходных рифейских бассейнов Сибири (Вейс, Петров, 1994). Очевидно, основываясь на представительной (сотни проб) статистике, наблюдаемые последовательности различных ассоциаций микрофосси-



Рис. 1. Последовательность отложений, фации и фациально-экологические ниши билляхского бассейна: S – границы секвенций, Mf – поверхности максимального затопления, T – трансгрессивные границы. E1–E3 – крупноранговые фациально-экологические ниши. Свиты: lb – лабазтахская, ul – усть-ильинская, kt₁, kt₂ – котуйканская, us – юсмастахская. Mc – мукунская серия, Bl₂ – верхняя толща билляхской серии

лий отражают общую закономерность распределения определенных сообществ организмов. Анализируя такие разновозрастные последовательности, представляется возможным проследить эволюционный тренд и динамику эволюционных новаций в позднем докембрии. Ранние представления об относительно позднем появлении эвкариотных организмов и, в частности, зеленых водорослей в позднем рифее 800–900 млн лет назад, сменяются концепцией раннего появления и дивергенции зеленых водорослей 1900–1800 млн лет назад с отделением главных их кладов от стволовой группы примерно 1600–1400 млн лет назад (Teyssedre, 2006; Moczydlowska et al., 2011). Эти данные базируются в основном на находках из Китая, Австралии и Северной Америки, где действительно обнаружены остатки органостенных микрофоссилий больших размеров в нижнерифейских и дорифейских толщах.

Исследования выполнены при поддержке проекта РФФИ № 17-55-45081_IND.

ТРУДЫ ХVII ВСЕРОССИЙСКОГО МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ «СОВРЕМЕННАЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ» (КАЗАНЬ, 24-29 СЕНТЯБРЯ 2018 Г.). МОСКВА: ПИН РАН, 2018.



Таблица 1. Фиг. 1–13. Микрофоссилии усть-ильинской свиты нижнего рифея Анабарского поднятия: 1, 6 – *Leiosphaeridia jacutica* (Timofeev): 1 – экз. ГИН 14706-811, препарат (1-91-17)-8, точка 5, координаты England Finder (EF) K61[1]; 6 – экз. ГИН 14706-254, (1-91-15)-11, точка 24, EF N35[1]; 2, 3 – *Chuaria* aff. *C. circularis* Walcott, препарат (1-91-15)-12: 2 – экз. ГИН 14706-264, точка 5b, EF O45[2]; 3 – экз. ГИН 14706-263, точка 5, EF O45[4]; 4, 5 – *Leiosphaeridia wimanii* (Brotzen): 4 – экз. ГИН 14706-808, препарат (1-91-17)-8, точка 2, EF K51[2]; 5 – экз. ГИН 14706-617, препарат (1-91-17)-1, точка 22, EF P36[3]; 7 – *Heliconema ustilense* Sergeev et Vorob'eva, экз. ГИН 14706-1390, препарат (7129)-5, точка 2, EF K47[4]; 8 – *Lineaforma* aff. *L. elongata* Vorob'eva et Sergeev, экз. ГИН 14706-157, препарат (1-91-9)-1, точка b, EF K42[3]; 9 – *Oscillatoriopsis breviconvexa* Schopf et Blacic, экз. ГИН 14706-960, препарат (4-91-3)-4, точка 1, EF F36[0]; 10 – *Plicatidium latum* (Jankauskas), экз. ГИН 14706-92, препарат (1-91-6)-1, точка 22, EF J32[3]; 11 – *Polysphaeroides filiformis* Hermann, экз. ГИН 14706-1922, препарат (1-91-6)-1, точка 30, EF K22[4]; 12 – *Oscillatoriopsis media* Mendelson et Schopf, экз. ГИН 14706-101, препарат (1-91-6)-1, точка 30, EF X31[4]; 13 – Unnamed Form 1, экз. ГИН 14706-301, препарат (1-91-15)-14, точка 6a, EF L61 [3]



Таблица 2. Фиг. 1–3. Микрофоссилии юсмастахской свиты нижнего рифея Анабарского поднятия, *Eoentophysalis belcherensis* Hofmann, шлиф 485: 1 – экз. ГИН 413, координаты England Finder (EF) H-38-2, точка 14; 2 – экз. ГИН 414, EF H-39-3, точка 14; 3 – экз. ГИН 477, EF K-44-1. Фиг. 4–15. Микрофоссилии котуйканской свиты нижнего рифея Анабарского поднятия: 4 - Archaeoellipsoides grandis Horodyski et Donaldson, экз. ГИН 484, EF K-38-0, точка 8, шлиф 577; 5–7 – *A. major* (Golovenoc et Belova, 1984): 5 – экз. ГИН 488, EF U-51-1, точка 22, шлиф 575; 6 – экз. ГИН 494, EF S-29-3, точка 2, шлиф 576; 7 – экз. ГИН 495, EF Q-31-0, точка 12, шлиф 576; 8 – *Archaeoellipsoides costatus* Sergeev et Knoll, экз. ГИН 465, EF F-39-3, точка 1, шлиф 576; 9 – *A. grandis* Horodyski et Donaldson и *A. major* (Golovenoc et Belova), точка 31, шлиф 959; 10 – *Filiconstrictosus magnus* Yakschin, экз. ГИН 478, EF F-38-0, точка 26, шлиф 576; 11 – *Orculiphycus* sp., экз. ГИН 461, EF L-50-4, точка 10, шлиф 580; 12 – *Orculiphycus latus* Yakschin, экз. ГИН 460, EF N-37-2, точка 15, шлиф 572; 13 – *Myxococooides* grandis Horodyski et Donaldson, экз. ГИН 1512, точка 17, шлиф 478; 14 – *Gloeodiniopsis* sp., экз. ГИН 476, EF X-38-0, шлиф 489; 15– *Circumvaginalis elongatus* Sergeev, экз. ГИН 391, EF L-33-2, точка 14, шлиф 471

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вейс А.Ф., Петров П.Ю. Главные особенности фациально-экологического распределения микрофоссилий в рифейских бассейнах Сибири // Стратиграфия. Геол. кореляция. 1994. Т. 2, № 5. С. 97–129.

Воробьева Н.Г., Петров П.Ю. Род *Vendomyces* Burzin и фациально-экологическая специфика старореченской микробиоты позднего венда Анабарского поднятия Сибири и ее стратиграфических аналогов // Палеонтол. журн. 2014. № 6. С. 80–92.

Горохов И.М. и др. Rb-Sr геохронология вендских аргиллитов старореченской свиты (Анабарский массив, Северная Сибирь) // Стратиграфия. Геол. корелляция. 2010. Т. 18, № 5. С. 16–27.

Злобин М.Н., Голованов Н.П. Стратиграфический очерк верхнедокембрийских отложений западного склона Анабарского поднятия (р. Котуйкан) // Опорный разрез верхнедокембрийских отложений западного склона Анабарского поднятия. Л.: НИИГА, 1970. С. 6–20.

Комар В.А. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение. М.: Наука, 1966. 122 с.

Купцова А.В. и др. Результаты U-Pb датирования обломочных цирконов из верхнепротерозойских отложений восточного склона Анабарского поднятия // Стратиграфия. Геол. корелляция. 2015. Т. 23, № 3. С. 13–29.

Петров П.Ю. Мукунский бассейн: обстановки, параметры палеосреды и факторы континентальной терригенной седиментации раннего мезопротерозоя (нижний рифей Анабарского поднятия Сибири) // Литология и полез. ископаемые. 2014. № 1. С. 60–88.

Петров П.Ю. Фациальная характеристика и особенности терригенной седиментации мукунской серии (нижний рифей Анабарского поднятия Сибири) // Литология и полез. ископаемые. 2011. № 2. С. 185–208.

Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии докембрия: природа, классификация и биостратиграфическое значение. М.: ГЕОС, 2006. 280 с.

Khudoley A.K., Kropachev A.P., Tkachenko V.I. et al. Mesoproterozoic to Neoproterozoic evolution of the Siberian Craton and adjacent microcontinents: an overview with constraints for a Laurentian connection. Proterozoic geology of western North America and Siberia // SEPM. 2007. Sptc. Publ. N 86. P. 209–226.

Moczydłowska M., Landing E., Zhang W., Palacios T. Proterozoic phytoplankton and timing of chlorophyte algae origin // Palaeontology. 2011. V. 54. P. 721–733.

Sergeev V.N., Vorob'eva N.G., Petrov P.Yu. The biostratigraphic conundrum of Siberia: Do true Tonian–Cryogenian microfossils occur in Mesoproterozoic rocks? // Precambrian Res. 2017. V. 299. P. 282–302.

Teyssèdre, B. Are the green algae (phylum Viridiplantae) two billion years old? // Carnets de Geologie. 2006. V. 3. P. 1–21.

Vorob'eva N.G., Sergeev V.N., Petrov P.Yu. The Kotuikan microfossil assemblage: a Neoproterozoic-type organic-walled microbiota in the Mesoproterozoic Anabar succession in northern Siberia // Precambrian Res. 2015. V. 256. P. 201–222.

НЕИЗВЕСТНЫЕ БЕНТОСНЫЕ МОРФОТИПЫ, АККУМУЛИРУЮЩИЕСЯ В ГРУНТАХ БАТИАЛИ ЧЕРНОГО МОРЯ: ЯВЛЯЮТСЯ ЛИ АЭРОЗОЛИ ИХ ИСТОЧНИКОМ?

Н.Г. Сергеева¹, Л.Л. Смирнова²

¹Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, nserg05@mail.ru ²Институт природно-технических систем, Севастополь, inik48@inbox.ru

THE BENTHIC UNKNOWN MORPHOTYPES ACCUMULATED IN THE BLACKSEA BATHYAL GROUNDS: CAN AEROSOLS BE THEIR SOURCE?

N.G. SERGEEVA¹, L.L. SMYRNOVA²

¹A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research, Russian Academy of Sciences, Sevastopol ²Institute of Natural and Technical Systems, Sevastopol

The results of the many-year studies of the meiobenthos (250–2250 m depths) testify to presence of different morphotypes of unknown organisms (Forms) on the bottom sediments surface and inside the grounds thickness in permanent anaerobic and hydrogen-sulfide zone of the Black Sea. They have peculiar structure permitting to differ their between them, but the present time we cannot attribute them to known types and classes of organisms. The size of the given forms are vary 160–1300 MKM. Registration of morphologically similar forms in great abundance in widely studied depths at different sea regions allows us to make a conclusion about their availability in situ in the water permanent anaerobic zone. One of the hypotheses of the arrival of these forms in deep-sea bottom sediments with rainwater and marine aerosols is considered. To understand this phenomenon, there is a need for further interdisciplinary research using the latest methods in the field of hydrobiology, molecular biology, physiology, biochemistry and geology. *Key words*: benthic morphotypes, anoxic, hydrogen sulfide, Black Sea.

Черное море является самым крупным в мире сероводородным бассейном. С момента открытия сероводородной зоны в Черном море в 1880 г. и до настоящего времени многими учеными безжизненность глубоководной сероводородной зоны Черного моря принимается как аксиома. Подобный взгляд прослеживается в многочисленных работах, посвященных изучению различных аспектов Черного моря: в сероводородной области, отделенной от кислородной зоны промежуточным слоем сосуществования кислорода и сероводорода в малых количествах, нет никакой жизни, кроме микробиальной. В связи с тем, что понятие «безжизненность донных осадков и водных масс, насыщенных сероводородом» не подвергалось сомнению, а потому не оспаривалось, донные осадки анаэробной зоны Черного моря, как среда обитания бентосной фауны, и километровая водная толща – для планктона оставались за пределами внимания гидробиологов. Это сыграло определяющую роль в планировании гидробиологических исследований только до тех глубин, где вода еще содержит растворенный кислород, хотя бы в минимальных концентрациях («зона сосуществования» или «субоксидная» зона). Изучение бентосных организмов глубинной зоны Черного моря вообще оставалось за пределами внимания гидробиологов.

Специальные исследования состава так называемого «дождя трупов» на различных горизонтах пелагиали и в поверхностных слоях илов (Крисс, 1959) позволили описать количественное содержание восьми групп остатков планктонных организмов в илах центральной котловины Черного моря.

Очевидно, используемые авторами методы исследования глубоководных илов Черного моря, не позволяли обнаружить мелкие организмы на дне этой зоны. Результаты многолетних исследований мейобентоса батиали и абиссали (250–2250 м) Черного моря (Сергеева, 2000) свидетельствуют о наличии на поверхности дна и в толще грунтов анаэробной зоны, ассоциированной с сероводородом, разнообразных морфотипов неизвестных организмов.

Материалом для изучения послужили пробы глубоководных донных осадков, полученные дночерпателем «Океан-25», геологическими трубками, мультикорерами и пушкорерами. Для изучения вертикальной стратификации и численности этих организмов в толще донных осадков вырезали колонки грунта (высотой 7 и 12 см) мульти- и пушкорерами, делили их на 1 см слои, каждый из которых фиксировали отдельно 75⁰ спиртом. Несмотря на своеобразную структуру, позволяющую четко различать их между собой как отдельные формы, к настоящему времени мы не можем с уверенностью отнести их к известным типам и классам организмов (даже до царства), поэтому идентифицируем данные объекты только как морфотипы: "Form 3", "F. 5", "F. 6" или "Form 11". Выявлена большая численность этих морфотипов не только на поверхности дна, но и в толще осадков. Регистрирование повсеместно большой численности рассматриваемых форм в широком диапазоне исследованных глубин в различных регионах моря приводит к заключению о их вылове *in situ* в перманентной анаэробной зоне водоема. В наших сборах имеются и другие неопределенные формы глубоководных представителей *incertae sedis*.

Использование современных приборов для отбора донных осадков (мультикорер и пушкорер), позволило получать колонки грунта с больших глубин, сохраняя их стратификацию. Чтобы исключить случайное попадание посторонних организмов в анализируемые образцы в процессе обработки,каждую пробу (1 см слои) осторожно промывали через сита (диаметр ячеи 1 мм и 63 мкм) фильтрованной морской или дистиллированной водой. Фракцию, сконцентрированную на ситах, окрашивали раствором Rose Bengal. При микроскопическом исследовании под увеличением x100–1000 применяли временные (глицерин) и постоянные (глицерин-желатин) препараты.

Такой подход к анализу донных осадков при исследовании мейобентоса, наряду с упомянутыми "*Forms*", позволил впервые обнаружить разнообразную донную фауну (Protozoa и Metazoa) в сероводородной зоне Черного моря (Сергеева, 2001; Сергеева, Заика, 2008; Sergeeva, 2003; Sergeeva et al., 2014; Zaika, Sergeeva, 2012). Изучение нефиксированных образцов грунта сразу после поднятия их на борт НИС позволило зарегистрировать живых многоклеточных и одноклеточных и описать их как новые виды (Korovchinsky, Sergeeva, 2008; Sergeeva, Dovgal, 2016). Это позволяет сделать заключение о неправомерности использования термина «безжизненность» в отношении сероводородной зоны Черного моря.

В данном сообщении мы ставим перед собой следующие цели:

– дать краткое морфологическое описание неизвестных морфотипов, регистрируемых в перманентно сероводородной среде батиали и абиссали Черного моря; обратить внимание ученых смежных областей морских наук на присутствие "Form 3", "Form 5", "Form 6" и "Form 11" в экстремальной среде данного водоема;

 привлечь внимание специалистов к междисциплинарным исследованиям данного феномена для понимания его происхождения и путей попадания в ядовитую среду;

– высказать одну из гипотез об их проникновении на большие глубины.

Следует отметить, что такие "*Forms*" нами не наблюдаются в кислородной зоне шельфа, даже на участках с временной гипоксией. В глубоководном детрите и в толще грунтов, наряду с пыльцой наземных растений, фрагментами, подобными цианобактериям, и другими компонентами (рис. 1), они широко распространены.

"Form 3" представлена тремя морфотипами, отличающимися по форме и размеру. Образцы этой формы округлые (размер 180х180, 200х200 мкм), бобовидные (220х70 мкм) и сигарообразные (650х150 мкм, 625х225 мкм). Однако, независимо от формы и размера тела, они имеют общие особенности: они компактны, часто с мелкодисперсными донными частицами внутри, а тело полностью покрыто определенно направленными волосками (или щетинками?), неизвестной природы и функции (рис. 2). В толще осадка они зарегистрированы до горизонта 4,5 см.

"Form 5" небольшие организмы, форма тела нематодовидная. Тело тонкое, нежное, его передний край закруглен, а задний конический. Размеры варьируют от 160 до 1240 мкм. Оболочка тела гладкая, прозрачная, внутри тела просматривается четко выраженная стержневая структура, которая заполнена оливково-бурыми или интенсивно-коричневыми включениями, создавая однородность или неоднородность ее внутреннего содержимого (рис.3, Д–Ж). В колонке грунта этот организм наблюдали до горизонта 8 см.

"Form 6" больше по размеру, чем особи *"Form 5"*, по форме змеевидны и достаточно упруги. Тело плотное (длина 600–1110 мкм), слегка сужено на обоих концах, полностью заполнено однородным оливково-коричневым, чаще интенсивно коричневым, содержимым; его передний край закруглен, задний конец конический. Покрытие гладкое, прозрачное (рис. 3, А–Г). В колонке грунта этот организм наблюдали до горизонта 6 см.

"Form 11" самая многочисленная и широко распространенная в донных отложениях сероводородной зоны. В колонке грунта этот организм наблюдали до горизонта 12 см, при



Рис. 1. Некоторые компоненты глубоководного детрита: A – агрегации цианобактерий, Б – конидии микромицетов, В – пыльца наземных растений, Г – неизвестные компоненты



Рис. 2. "Form 3": вариабельность формы

этом чем ниже горизонт, тем численность формы может быть больше. Форма представлена двумя морфотипами (двулучевыми и четырехлучевыми), нитевидные лучи сочленены у переднего края. Размеры 500–1110 мкм и более. Оболочка гладкая, прозрачная. Включения в головной части и в разных ветвях одной особи могут быть однородными и гетерогенными (рис. 3, И). Весьма интересно наблюдение прикрепленных к оболочке этих "*Form*"и дальнейшего проникновения через нее внутрь тел неизвестных организмов (грибов?). Это длинные бесцветные трубчатые образования, которые могут быть одиночными или образовывать пучки на поверхности тела.

Оболочка "Form", имеющая таких эктобионтов, теряет свою прозрачность и локально становится менее прозрачна, но при этом сохраняет структуру внутреннего содержимого. Ранее мы высказывали свое заключение о некорректном применении термина «безжизненность» к бескислородной зоне Черного моря, на основании прямых наблюдений за активной жизнью эукариотов (Protozoa и Metazoa) в ее границах (Korovchinsky, Sergeeva, 2008; Sergeeva et al., 2014).

Одной из гипотез появления "Forms" на глубинах, может быть их поступление на поверхность моря в виде микроскопических компонентов в составе атмосферных выпадений. Аэрозоли, частицы субмикронного и микронного размера, являются постоянным компонентом приводных и приземных слоев атмосферы. Они различаются по составу и мигрируют в воздушных потоках в результате атмосферной циркуляции. Большинство морских аэрозолей из-за большого размера (более 0,1 мкм) не переносятся на большие расстояния, а оседа-



Рис. 3. *"Form 6"*: А–Б общий вид разных особей, В и Г – вид переднего и заднего концов второй особи (Б); Д–Ж *"Form 5"* (две особи): З – общий вид двулучевой *"Form 11"* и ее головного конца; И – общий вид четырехлучевой особи

ют в процессе седиментации или вымываются из атмосферы с дождевыми выпадениями на морском побережье (Рябинин и др., 2016). Нами проведено изучение биотической составляющей атмосферных выпадений, отобранных на южном и юго-западном побережье Крыма.

Пробы отбирали на южном побережье Крыма (район Артека) и побережье севастопольских бухт. Дождевые выпадения собирали в стерильные стеклянные пробоотборники, аэрозоли – на аналитические фильтры Петрянова – Соколова АФА-РМП-3 (обеспечивающие сбор 99,9% аэрозольных частиц с линейными размерами от 0,19 мкм). Инкубацию 3–5 мл дождевой воды или суспензии аэрозоля в дистиллированной воде проводили в стерильных пробирках в течение 2–4 месяцев при естественном освещении. Микроскопические исследования проб после инкубации выполнены методом «раздавленной капли» под увеличением х200–400, при необходимости готовили постоянные (глицерин-желатин) препараты.

В пробах атмосферных выпадений (аэрозолей) сразу после отбора обнаруживали проростки и фрагменты макрофитов, единичные створки живых диатомовых, гифы и конидии микромицетов. После инкубации этих проб в течение 2–4 месяцев в некоторых из них найдены не только популяции и ассоциации зеленых микроводорослей, цианобактерий, микромицетов (Smirnova, Rjabinin, 2013), а также морфотипы, неизвестного систематического положения, которые мы называем по аналогии с глубоководными Формами (*"Form"*). Эти объекты имеют характерную и своеобразную структуру, напоминающую некоторые неизвестные морфотипы черноморских глубоководных донных отложений. В атмосферных осадках, выпадающих на южном и юго-западном побережьях Крыма в весенний, летний и осенний сезоны выявлены два морфотипа. *"Form 5a"* представлена одиночными особями, которые имеют некоторое сходство с донными *"Form 5"*. Они имеют не четко окрашенное внутреннее содержимое и небольшие размеры.

Тело у особей равномерно сужается к концам (рис. 4). "Form 11a" представлена, так же как "Form 11" в черноморских донных отложениях, двумя морфотипами (двулучевые и четырехлучевые), у которых нитевидные лучи сочленены у переднего края, равномерно сужающиеся к обоим концам. Оболочка у особей гладкая, непрозрачная белая. В головной части обнажается красное зернистое содержимое, включения могут быть однородными или гетерогенными (рис. 5).



Рис. 4. "Form 5a" из аэрозолей после инкубации (Крым, 2008)



Рис. 5. *"Form 11a"*: А, Б – двухлучевая и В – четырехлучевая особи, Г, Д – ассоциации *"Form 6 a"* и *"Form 11a"* с микроводорослями в аэрозолях после инкубации

Если принять данную гипотезу, то возникают другие вопросы:

1. Способны ли такие "*Forms*" парить в морских водных массах неизмеримо долгое время и достигать глубин в том же морфологическом состоянии?

2. Как объяснить их отсутствие в грунтах на малых глубинах?

3. Что способствует их адаптации в толще осадков на глубинах, или это их постоянное место обитания?

4. Если эти "*Forms*" попадают в морскую среду с аэрозолями, то, возможно, существует их миграция в системе атмосфера – гидросфера – литосфера?

Как следует из представленного сообщения, глубоководная экосистема Черного моря изучена неполно, необходимы междисциплинарные исследования с использованием новейших методов в области гидробиологии, молекулярной биологии, физиологии, биохимии, палеонтологии и геологии. Данная информация предназначена для ученых в биологической и геологической областях, которые изучают не только Черное море, но и Каспийское и Средиземное моря. Будущие исследования этих морфотиповпозволят определить время их возникновения, пути проникновения в глубоководную зону моря, их систематический статус, а также адаптации к экстремальной среде обитания. Это позволит определить их роль в экосистеме батиали Черного моря и, возможно, оценить их как маркер геологической истории бассейна.

Работа подготовлена по темам госзадания ФГБУН ИМБИ РАН «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана», № АААА-А18-118020890074-2 и ИПТС «Фундаментальные и прикладные исследования закономерностей и механизмов формирования региональных изменений природной среды и климата под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера-криосфера и антропогенного воздействия», № АААА-А17-117021310101-2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Крисс А.Е. Морская микробиология (глубоководная). М.: АН СССР, 1959. 452 с.

Рябинин А.И., Мальченко Ю.А., Смирнова Л.Л., Боброва С.А. Временная и пространственная динамика физико-химических и микробиологических характеристик аэрозолей причерноморского побережья Крыма в 2010 и 2011 гг. // Исследование океанов и морей. Тр. ГОИН. 2016. Вып. 217. С. 234–252.

Сергеева Н.Г. Мейобентос глубинной сероводородной зоны Черного моря // Гидробиол. журн. 2001. Т. 37, № 3. С. 3–9.

Сергеева Н.Г., Заика В.Е. Ciliophora в сероводородной зоне Черного моря // Морск. экол. журн. 2008. Т. 7, № 1. С. 80–85.

Korovchinsky N.M., Sergeeva N.G. A new family of the order Ctenopoda (Crustacea: Cladocera) from the depths of the Black Sea // Zootaxa. 2008. V. 1795. P. 57–66.

Sergeeva N.G. Meiobenthos of deep-water anoxic hydrogen sulfide Zone of the Black Sea // Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea. Similarities and Differences of Two Interconnected Basins. Ankara, Tübitak Publ., 2003. P. 880–887.

Sergeeva N.G., Dovgal I.V. *Loricophrya bosporica* n. sp. (Ciliophora, Suctorea) epibiont of *Desmoscolex minutus* (Nematoda, Desmoscolecida) from oxic/anoxic boundary of the Black Sea Istanbul Strait's outlet area // Zootaxa. 2016. V. 4061, N 5. P. 596–600.

Sergeeva N.G., Mazlumyan S.A., Lichtschlag A., Holtappels M. Benthic Protozoa and Metazoa Living under Anoxic and Sulfide Conditions in the Black Sea: Direct Observations of Actively Moving Ciliophora and Nematoda // Intern. J. Mar. Sci. 2014. V. 4, N 42. P. 1–11.

Smyrnova L.L., Rjabinin A.I. Microbiological and elemental composition of aerosols falling on the Crimean coast of the Black Sea // Paleontol. J. 2013. V. 47, N 10. P. 1–7.

Zaika V.E., Sergeeva N.G. Deep-water benthic polychaetes (*Vigtorniella zaikai* and *Protodrilus* sp.) in the Black Sea as indicators of the hydrogen sulfide zone boundary // Vestnik zoologii. 2012. V. 46, N 4. P. 19–27.

ПОСМЕРТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В РАКОВИНАХ ДРЕВНЕЙШИХ ФОСФАТНЫХ БРАХИОПОД И РОЛЬ В НИХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Г.Т. Ушатинская

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

POSTMORTEN TRANSFORMATIONS IN THE SHELLS OF THE OLDEST PHOSPHATIC BRACHIOPODS AND ROLE OF MICROORGANISMS IN THESE PROCESSES

G.T. USHATINSKAYA

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Postmortem mineralization have the important role in the preservation in fossilization of brachiopods with phosphatic shells. Bacteria are the driving force of this process. The conditions for mineralization of organic matter are created owing to bacterial activity. The phosphatisation is one of known types of postmortem mineralization with the bacteria.

Key words: brachiopods, Linguliformea, microorganisms, conditions of fossilization, phosphatisation.

Брахиоподы являются чуть ли не единственным типом животных, в состав которого входят организмы как с карбонатной так и с фосфатной раковиной. Самые ранние брахиоподы с фосфатной раковиной известны на Сибирской платформе в разрезе Улахан-Сулугур на р. Алдан (рис. 1). Пока нигде в мире более древних брахиопод не найдено. Так что Сибирская платформа скорее всего является местом их появления. Первые брахиоподы с карбонатной раковиной обнаружены в том же разрезе, но уже в 30 м выше основания основания кембрия в верхней части томмотского ярус в зоне *regularis*. Сейчас в основе разделения на классы у брахиопод лежит именно этот признак – состав скелета. Еще не так давно брахиоподчиками было принято деление на беззамковых и замковых брахиопод – Inarticulata и Articulata – в литературе такое деление еще встречается. В состав беззамковых входили брахиоподы как с фосфатной, так и с карбонатной раковиной без жесткого сочленения створок. Потом, в 1980-е годы Горянский и Попов предложили наименование Lingulata – для фосфатных брахиопод, которое большинством брахиоподчиков было одобрено и принято (Горянский, Попов, 1985). И уже в последнем американском Treatise, посвященном брахиоподам (Williams et al., 1997, 2000) были унифицированы наименования – Linguliformea – для фосфатных брахиопод, Craniaformea – для части карбонатных брахиопод без замкового сочленения и Rhynchonelliformea, куда вошли бывшие замковые брахиоподы – Articulata и некоторые карбонатные беззамковые. Данное сообщение посвящается брахиоподам, скелет которых состоит из фосфата кальция.

Фосфатные брахиоподы прошли длинный путь эволюции, появившись в самом начале кембрия – во время так называемого «кембрийского взрыва», наиболее многочисленными они были в верхней половине кембрия и в ордовике, потом число родов и видов их сильно упало, но пять родов, принадлежащие двум отрядам (Lingulida и Discinida), существуют и в современных морях.

Сравнение строения раковины современных лингулиформей с фоссилизированными их остатками из древних отложений дало возможность лучше понять строение раковин древнейших фосфатных брахиопод и расшифровать преобразования, которые могли происходить в их скелетах после гибели и понять связь этих преобразований с условиями захоронения.

В раковинах современных фосфатных брахиопод содержится до 50% органики – полисахарида (хитина) и протеинов (белков). Полностью органическим является наружный слой – периостракум, почти целиком состоит из органики лежащий под ним первичный слой, а внутренний – вторичный – основной слой, слагающий раковину, сложен чередованием органических и органоминеральных слойков. Основная минеральная составляющая – фосфат кальция, близкий к минералу франколиту, Ca₅(PO₄)₃(F,OH) (рис. 2). Естественно органическим было и мягкое тело брахиопод.

После смерти животных органическое вещество частично было разложено, частично фосфатизировано, и в настоящее время ископаемые раковины брахиопод – лингулиформей



Рис. 1. Самые ранние известные брахиоподы в разрезе на р. Алдан – *Aldanotreta* sp., обнаруженные в 20 см и в 70 см выше основания кембрия, в нижней зоне томмотского яруса sunnaginicus: а – брюшная и б – спинная створки



Рис. 2. Примеры строения раковин лингулиформей на поперечных сколах: a – *Lingula* (совр.); б – *Oepikites* (отряд Lingulida, средний кембрий); в – *Erbotreta* (отряд Acrotretida, средний кембрий); г – *Pelmanotreta* (отряд Paterinida, нижний кембрий)

нацело сложены фосфатом кальция. Использование электронного сканирующего микроскопа при изучении кембрийских брахиопод дало возможность в деталях изучить строение их раковин, а также их микроскульптуру и микроструктуру что имеет большое значение для систематики всего класса, тем более, что размеры раковин древних брахиопод редко превышают 0,5 см. Но кроме этого, во многих случаях на внутренних поверхностях створок брахиопод и на их сколах удалось увидеть остатки фоссилизированных (чаще всего фосфатизированных) ископаемых микроорганизмов, которые сопутствовали брахиоподам при жизни и могли способствовать их разрушению и захоронению после смерти (рис. 3). Их фосфатизация произошла, вероятно, одновременно с фосфатизацией органического вещества, заключенного в раковинах брахиопод.

Д. Бриггс с коллегами провели серию экспериментов по фосфатизации тел креветок в лабораторных условиях и, сравнив полученные результаты с теми, что наблюдаются в природе, пришли к следующим выводам (Briggs, Kear, 1994). Фосфатизация мягких тел в природе происходит, если организм после смерти оказывается на дне в верхней части поровых вод, где обычно повышено содержание фосфора за счет разлагающейся органики и понижено содержание кислорода. Источником дополнительного фосфора в окружающей среде являются сами разлагающиеся организмы. Разложение органики стимулируется микробиальной активностью, так как в ходе разложения бактерии меняют pH среды и тем стимулируют осаждение фосфата кальция.

Брахиоподы с фосфатной раковиной по сравнению со многими другими животными находились в выгодном положении с точки зрения возможностей посмертной фосфатизации, так как их раковины состояли из чередования органических и органо-фосфатных слоев. Оказавшись после смерти на дне близ границы раздела вода/осадок – в зоне интенсивной бактериальной активности, органика, заключенная в их телах и створках, с помощью микроорганизмов разлагалась, в образовавшемся растворе частично растворялись и минеральные слои. По мере достижения необходимой концентрации ионов кальция и фосфора и величины рН создавались предпосылки для осаждения фосфата кальция, а субстратом для этого могли служить сохранившиеся слои, в том числе органические. Поэтому в раковинах фосфатных брахиопод гораздо чаще, чем у животных с карбонатным скелетом сохраняются фосфатизированные участки периостракума и первичного слоя, а также участки внешнего эпителия мантии вместе с клетками, иногда сохраняются мускульные тяжи и даже участки лофофора (Ушатинская, 2018). Обычно маленькие (первые миллиметры) размеры раковин этих брахиопод тоже способствовали быстрой фосфатизации содержащейся в них органики. Остатки фосфатизированных бактерий чаще всего сохраняются близ или на мускульных полях, где органическая ткань была более плотная и медленнее разлагалась под воздействием среды и микроорганизмов, а также на сколах раковин среди слагающих ее слоев (рис. 3).

Х. Эмиг (Emig, 1986) показал, что современные раковины *Lingula*, оказавшись после смерти на поверхности дна, под воздействием механических и биохимических факторов разрушаются в течение первых дней. И лишь те, что оказались после смерти в норках, под поверхностью вода/осадок имеют возможность сохраниться в ископаемом состоянии. Среди кембрийских фосфатных брахиопод Сибирской платформы наилучшую сохранность имеют те, что обнаружены среди тонко-зернистых глинисто-карбонатных пород. В нижнем кембрии такими породами сложены отдельные прослои синской свиты (ботомский ярус) – это тонкозернистые глинисто-известковые битуминозные породы так называемые лагерштетты, которые сформировались на небольшой скорости захоронения обитавших на дне животных при ограниченном доступе кислорода (Иванцов и др., 2005).

Кроме лагерштеттов на Сибирской платформе остатки фоссилизированных лингулиформей и обитавших вместе с ними или принимавших участие в их посмертном разложении микроорганизмов были обнаружены в отдельных прослоях в еркекетской и куонамской свитах (средний кембрий, амгинский ярус, в разрезе по р. Хорбусуонка) и в огоньорской и тюессалинской свитах (средний-низы верхнего кембрия, разрезы в нижнем течении р. Лены и в среднем течении р. Оленек). Эти прослои представляют собой тонкослоистые глинисто-карбонатные породы, имеющие темно-серый цвет, благодаря присутствию в них органического вещества. Условия захоронения в них были, вероятно, близки к захоронению в лагерштеттах. В кембрийских неглубоких тепловодных эпиконтинентальных морях, где накапливались терригенные тонкозернистые с примесью карбоната отложения, на дне и близ дна обитала многочисленная фауна и флора: брахиоподы, моллюски, SSF, трилобиты, бесскелетные организмы, водоросли. На мягком илистом дне (в случаях еркекетской, куонамской или огоньорской свит) их остатки после смерти быстро оказывались ниже аэробно-анаэробной границы, в поровых водах при недостатке кислорода. Как показали П. Алисон и Д. Бригс (Allison, Briggs, 1993) при ограниченном количестве кислорода разложение органики замедляется, но не прекращается вовсе. Большую роль в разложении органики играют и присутствующие здесь всегда бактерии. Остановить разложение и законсервировать органическое вещество сразу после смерти может только быстрая минерализация.

Самым распространенным минералом, участвующим в посмертной минерализации, является фосфат кальция. Процесс фосфатизации органики широко распространен в природе и достаточно хорошо изучен. Для его осуществления требуется источник фосфора, щелочность (pH) около 7–8, место для осаждения фосфата. Фосфор в значительном количестве содержится в мягких тканях животных, и, как уже говорилось, у брахиопод класса Linguliformea входит еще и в состав раковины. После смерти организмов в ходе микробиальной деградации фосфор высвобождается и переходит в раствор в окружающую среду (Lukas, Prevot, 1984). Можно предположить, что на древнем шельфе, где в обилии обитали животные с фосфатными или же органическими покровами, концентрация фосфора близ дна доходила до максимальных значений – 40 мг/л, которая иногда наблюдается и сейчас (Савенко, 1992). Эта концентрация даже при небольшом увеличении щелочности способствует осаждению фосфата. При разложении органического вещества с помощью бактерий происходит повышение pH (Gulbrandsen, 1969). На осаждение фосфата также оказывают влияние присутствующие при всяком разложении бактерии, так как входящий в их состав протеиново-липидный комплекс является катализатором фосфатоотложения (Lucas, Prevot, 1984). Выпадающий в осадок фосфат садится на тонкие наружные органические слои и на слой внешнего эпителия мантии, или на слизь, образовавшуюся при их разложении, фосфатизирует мелкие бактериальные тела, поселившиеся на отмерших организмах (рис. 4). Очень мелкие размеры (1-3 мм) многих кембрийских брахиопод способствуют быстрой минерализации. Минерализованные участки состоят из мельчайших (десятые доли микрона) кристаллитов фосфата кальция.

Таким образом, сохранение фосфатизированных первично органических структур с раковинах древних брахиопод, в том числе и тел микроорганизмов, принимавших в их разложении с высокой степенью морфологической точности отражает их быструю посмертную минерализацию.



Рис. 3. Фосфатизированные тела микроорганизмов в раковинах древних фосфатных брахиопод: а – микроорганизмы на поверхности мускульного поля спинной створки *Linnarssonia* sp., среднее течение р. Лены, нижний кембрий; б – микроорганизмы на сколе створки *Linnarssonia* sp., там же; в – тело микроорганизма на сколе створки *Kayserlingia* sp., Ленинградская область, верхний кембрий



Рис. 4. Фосфатизированные клеточные структуры и тела микроорганизмов в раковинах древних фосфатных брахиопод: а – фосфатизированный слой клеток на мускульном поле спинной створки *Linnarssonia* sp., среднее течение р. Лены, средний кембрий; б – фосфатизированная клетка внешнего эпителия мантии с оставшимися отверстиями от микровиллей на внутренней стороне спинной створки *Stilonotreta* sp., р. Оленек, средний кембрий; в – фосфатизированные тела на мускульном поле *Dictyonina* sp., Алтае-Саянская область, средний кембрий

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горянский В.Ю., Попов Л.Е. Морфология, систематическое положение и происхождение беззамковых брахиопод с карбонатной раковиной // Палеонтол. журн. 1985. № 3. С. 3–14.

Иванцов А.Ю., Журавлев А.Ю., Красилов В.А. и др. Уникальные синские местонахождения раннекембрийских организмов. М.: Наука, 2005. 143 с. (Тр. ПИН. Т. 284).

Савенко В.С. Физико-химические аспекты формирования современных океанских фосфоритов // Геохимия. 1992. № 3. С. 377–387.

Ушатинская Г.Т. Сохранение минерализованных мягких тканей и их отпечатков в раковинах древних фосфатных брахиопод // Палеонтол. журн. 2018. (в печати).

Allison P.A., Briggs D.E.G. Exceptional fossil record: distribution of soft-tissue preservation through the Phanerozoic // Geology. 1993. V. 21. P. 527–530.

Briggs, D.E.G., Kear, A.J. Decay and mineralization of shrimps // Palaios. 1994. V. 9, N 5. P. 431-456.

Emig C.C. Conditions de fossilisaion du genre *Lingula* (Brachiopoda) et implications paleontologique // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoccol. 1986. V. 53. P. 245–253.

Gulbrandsen R.A. Physical and chemical factors in the formation of marine apatite // Econ. Geol. 1969. V. 64, N 4. P. 365–381.

Lucas J., Prevot L. Apatite synthesis by bacterial activity from phosphatic organic matter and calcium carbonates in natural freshwater and seawater // Chem. Geol. 1984. V. 42. P. 101–118.

Williams A., Brunton C.H.C., Carlson S.J. (eds). Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt H. Brachiopoda. Geol. Soc. Amer.; Univ. Kansas Press. Lawrence: V. 1. 1997. 538 p.

Williams A., Brunton C.H.C., Carlson S.J. (eds). Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt H. Brachiopoda. Geol. Soc. Amer.; Univ. Kansas Press. Lawrence. 2000. V. 2. 423 p.

ЭФИППИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ (CLADOCERA: CRUSTACEA): ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПАЛЕООЗЕРА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОЛОЦЕНА

Л.А. Фролова

Казанский федеральный университет, Казань, Larissa.frolova@mail.ru

EPHIPPIUM ANALYSIS OF CLADOCERA (CRUSTACEA) IN STUDYING OF LAKE DEPOSITS IN CENTRAL YAKUTIA AS A METHOD OF RECONSTRUCTION OF ENVIRONMENTAL PARAMETERS IN THE HOLOCENE

L.A. FROLOVA

Kazan Federal University, Kazan

This study focuses on cladoceran assemblages (Cladocera: Crustacea) and exactly on ephippia fossils occurring in core of Holocene deposits from paleolake in Central Yakutia. Paleolake KB7 was formed during the Middle Holocene warming. The development of the lake ecosystem at stages of its development was influenced by climatic and cryolithogenic factors. These results of ephippium analysis indicate that the method has a potential in detecting of environmental changes during the Holocene.

Key words: climate change, thermokarst deposits, palaeolimnology, Holocene, Yakutia, Cladocera.

Влияние человека на природную среду и климатическую систему очевидно, а недавние антропогенные изменения окружающей среды и изменения климата оказали широкомасштабные воздействия на антропогенные и естественные системы. Нарушения природной среды и изменения климата усилят существующие и создадут новые риски для естественных и антропогенных систем, изучение последствий которых останутся актуальными в течение длительного периода времени. В основе наблюдений за климатической системой лежат прямые измерения и дистанционное зондирование, осуществляемое со спутников и других платформ. Наблюдения за температурой и другими переменными в глобальном масштабе начались в середине XIX в. с наступлением эры инструментальных методов, а с 1950 г. стали доступны более всеобъемлющие и разнообразные ряды наблюдений. Палеоклиматические реконструкции удлиняют некоторые ряды на периоды от сотен до миллионов лет назад. В своей совокупности они дают всестороннее представление об изменчивости и долгосрочных изменениях в атмосфере, океане, криосфере и на поверхности суши (IPCC..., 2014).

Озерные донные отложения являются великолепными палеоэкологическими и палеоклиматическими архивами. В них с хорошим разрешением записаны изменения климата, геомагнитного поля и других событий эволюции окружающей среды в целом за последние тысячелетия. Остатки рецентных и субфоссильных водных растений и животных таких, как диатомовые водоросли, хирономиды, остракоды и ветвистоусые ракообразные (Cladocera: Crustacea) в донных отложениях озер достаточно широко используются для палеореконструкций экологических условий прошлого (Kattel et al., 2007). Несколько предыдущих исследований показывают, что состав и структура сообществ водных организмов претерпевают довольно значительные изменения, отражая изменения вдоль климатических градиентов (Lotter et al., 1997; Korhola et al., 2001). Cladocera, являясь значимой группой водных организмов, в последние десятилетия все чаще используются в реконструкциях климатических и экологических условий прошлого. В настоящее время метод реконструкции условий прошлого с применением Cladocera продолжает развиваться и совершенствоваться. Если ранее для реконструкции состава рецентных и субфоссильных Cladocera использовались хитиновые структуры их экзоскелета (головные щиты, карапаксы, постабдомены, постабдоменальные коготки и др.), то в настоящее время разрабатывается метод эфиппиального анализа, использующий в качестве биоиндикатора эфиппии, т.е. покоящиеся яйца Cladocera, заключенные в специальную защитную оболочку. До недавнего времени считалось, что идентификация эфиппиев до таксономического уровня рода и вида для многих Cladocera невозможна. В качестве примера использования эфиппиев Cladocera для реконструкции экологических условий прошлого приведем пример реконструкции истории развития термокарстового палеоозера в Центральной Якутии.

Отбор колонки донных отложений проводился на территории аласа Кара Булгуннях, являющегося частью большой аласной системы, расположенной на расстоянии около 50 км юго-восточнее г. Якутск. Исследованный алас около полутора километров в диаметре, глубина котловины аласа составляет 10–12 м. Колонка отложений отбиралась на небольшом булгунняхе (бугор пучения пинго) КВ7 в юго-западной части аласа. Колонка отложений, использованная для кладоцерного анализа, была отобрана в августе 2013 г. в рамках российско-германской экспедиции на вершине булгунняха КВ7. Общая длина колонки составила 382 см. Из колонки были отобраны 19 образцов грунта с интервалом в 10–20 см, с учетом литостратиграфических изменений в отдельных горизонтах. Для эфиппиального анализа образцы грунта были просеяны через сито с ячеей 250 мк и высушены. Идентификация проводилась с применением светового микроскопа Zeiss Stemi 2000-С и специализированных определителей по современным Cladocera (Flössner, 2000; Vandekerkhove et al., 2004; Benzie, 2005; Фролова, 2011; Klimovsky et al., 2015).

Оценка возраста колонки было выполнено с применением ¹⁴С радиоуглеродного датирования, метод ускорительной масс-спектрометрии (AMS) в центре археометрии Курта Энгельхорн, г. Мангейм, Германия (Curt-Engelhorn-Centre Archaeometry, Manheim) (Ulrich et al., 2017).

Остатки эфиппиев и целые эфипии были обнаружены в 15 образцах на горизонтах между 320 и 80 см (~6650 и ~5970 кал. лет назад). Были идентифицированы остатки шести таксонов Cladocera, обитавших в озере.

По данным эфипиального анализа термокарстовый водоем возник в период голоценового оптимума около 6700 кал. лет назад (рис. 1). Кладоцерная диаграмма выполнена в программе Tilia/TiliaGraph, зонирование проводилось с использованием кластерного анализа в приложении CONISS (Grimm, 2004). По изменениям в таксономическом составе кладоцерных сообществ выделены три значимые зоны.

Зона I (320–260 см, ~6650–6500 кал. лет назад). На начальной стадии существования водоема в кладоцерном сообществе в отложениях в небольшом количестве появляются остатки представителей семейства Daphnidae, а именно *Daphnia pulex* Leydig и *D. longispina* гр. Представителей вида *D. pulex* можно обнаружить во временных и постоянных, как правило, небольших водоемах при температурах воды 16–18°С (Benzie, 2005). По данным Д. Флосснера, *D. pulex* населяет, как правило, водоемы, богатые питательными веществами (α-мезосапроб), предпочитая водоемы с pH воды от нейтральной до щелочной (Flőssner, 2000).

Зона II (260–165 см, ~6500–6350 кал. лет назад). Зона оптимальных условий для кладоцерного сообщества. Возрастает видовое разнообразие, значительно увеличивается количество найденных в указанных горизонтах остатков кладоцера. Среди эфиппиев подрода D. (*Ctenodaphnia*) были отмечены отдельные находки эфиппии D. (C.) magna Straus. К сожалению, степень сохранности остальных эффипиев не позволила идентифицировать их до уровня вида, хотя мы предполагаем, что остальные эфиппии так же относятся к этому же виду. Данные полевых исследований показывают, что этот вид встречается по больше части в небольших, мелководных водоемах, с высокой степенью трофности. Находки эфиппиев D. (*Ctenodaphnia*) sp. и D. (C.) magna в этот период свидетельствуют о теплых климатических условиях, высокой трофности водоема, наличии условий подходящих для алколофилов. Присутствие форм, характерных для мелководных участков (*Ceriodaphnia* sp.), говорит о наличии таковых, причем именно заросших растительностью мелководных участков, что подтверждается находками эфиппиев *Simocephalus* sp. (Котов, 2010).

Зона III (165–80 см, ~6350–5970 кал. лет назад). Отмечено снижение видового разнообразия. *D.* (*Ctenodaphnia*) sp. полностью исчезают из фауны Cladocera, что вполне может быть связано с похолоданием или изменениями гидрохимических показателей в водоеме. В горизонтах 110–90 см исчезают представители *D. pulex*, т. е. индикаторы, характерные для небольших, высокопродуктивных, относительно теплых водоемов. Тем не менее, мы можем говорить о существовании некоего водоема, т.к. наряду с многочисленными находками эфиппиев *D. longispina* group, в осадке были отмечены головные капсулы хирономид. Выше горизонта 80 см (5970 кал. лет назад) эфиппиев кладоцера найдено не было, что может свидетельствовать об исчезновении палеоозера. Результаты эфиппиальногго анализа хорошо



Рис. 1. Состав кладоцерных сообществ (Cladocera: Crustacea) на основе эфиппиального анализа в колонке КВ7 (Центральная Якутия)

согласуются с данными палинологического и остракодного анализа (Ulrich et al., 2017) и эфиппии кладоцера могут быть рекомендованы в качестве полноценных палеоиндикаторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Котов А.А., Синев А.Ю., Глаголев С.М., Смирнов Н.Н. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) // Алексеев В.Р., Цалолихин С.Я. (ред.). Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. С. 151–276.

Фролова Л.А. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera LATREILLE, 1829, Branchiopoda, Crustacea) в палеоэкологических исследованиях // Методические подходы к использованию биологических индикаторов в палеоэкологии / науч. ред. Л.Б. Назарова. Казань: Казанск. ун-т., 2011. С. 52–88.

Benzie J.A.H. The genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*) (Anomopoda: Daphnidae) // Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. 21. Kenobi Productions, Ghent & Backhuys Publisher, Leiden, 2005. 376 p.

Flössner D. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden: Backhuys Publishers, 2000. 428 p.

Grimm E.C. TG View 2.0.2 (Software). Illinois State Museum. Springfield, Illinois. 2004.

IPCC: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer

(eds.)]. IPCC. Geneva, Switzerland, 2014. 151 p.

Kattel G.R, Battarbee R.W, Mackay A., Birks H.J.B. Are cladoceran fossils in lake sediment samples a biased reflection of the communities from which they are derived? // J. Paleolimnol. 2007. V. 38. P. 157–181.

Klimovsky A.I., Sinev A.Y., Bekker E.I., Kotov A.A. Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) of Central Yakutia. 2. Some representatives of the families Bosminidae, Eurycercidae and Chydoridae // Zoologicheskii Zhurnal. 2015. V. 94, N 9. P. 1009–1022.

Korhola A., Rautio M. Cladocera and other branchiopod crustaceans // Tracking environmental change using lake sediments. Vol. 4. Zoological indicators. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. P. 125–165.

Lotter A.F., Birks H.J.B., Hofmann W., Marchetto A. Modern diatom, Cladocera, chironomid, and chrysophyte cyst assemblages as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in the Alps. I. Climate // J. Paleolimnol. 1997. V. 18. P. 395–420.

Ulrich M., Wetterich S., Rudaya N. et al. Rapid thermokarst evolution during the mid-Holocene in Central Yakutia, Russia // The Holocene. 2017. http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0959683617708454

Vandekerkhove J., Declerck S., Vanhove M. et al. Use of ephippial morphology to assess richness of anomopods: potentials and pitfalls // J. Limnol. 2004. V. 63. P. 75–84.
МИКРОСТРУКТУРА И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА КОСТНОЙ ТКАНИ ПАРЕЙАЗАВРА *DELTAVJATIA VJATKENSIS* (HARTMANN-WEINBERG, 1937)

О.П. Шиловский^{1, 2}, Д.В. Киселева³, М.В. Зайцева³, Е.А. Панкрушина^{3, 4}

¹ Казанский федеральный университет, Казань, nau@hotmail.ru ² Музей естественной истории Татарстана, Казань ³ Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, kiseleva@igg.uran.ru ⁴ Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

DELTAVJATIA VJATKENSIS (HARTMANN-WEINBERG, 1937) PAREIASAUR BONE TISSUE MICROSTRUCTURE AND THE GEOCHEMICAL FEATURES OF ITS COMPOSITION

O.P. SHILOVSKY^{1, 2}, D.V. KISELEVA³, M.V. ZAITCEVA³, E.A. PANKRUSHINA^{3, 4}

 ¹ Kazan Federal University, Kazan
² Natural History Museum of Tatarstan, Kazan
³ Institute of Geology and Geochemistry named after A.N. Zavaritsky, Uralian Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg
⁴ Ural Federal University named after B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

The mineral phase of bone tissue of Permian Pareiasaur *Deltavjatia vjatkensis* corresponds to fluorapatite; the vibrations of the protein matrix fixed on the Raman spectra correspond to collagen. The obtained data indicate a high degree of integrity of both bone tissue and its organic collagen matrix. The white blood cell (WBC)-like structures were detected and interpreted as leukocytes. Apparently, it is the oldest preserved white blood cell structure, described to the present moment.

Key words: pareiasaurid, Permian, Kotelnich, bone, white blood cell (WBC)-like structure.

Для описания свойств материалов с развитой композитной, иерархической структурой, сложным фазовым и химическим составом, которыми являются костные и зубные ткани позвоночных, необходимо применение комплексного аналитического подхода, позволяющего получать информацию во всем диапазоне масштабов от атомного до макроскопического, включающего в случае ископаемых остатков также их взаимодействие с вмещающими породами, основанного на применении локальных методов: сканирующей (просвечивающей) электронной микроскопии с энергодисперсионным анализом (СЭМ-ЭДС), электроннозондового микроанализа (ЭЗМА), масс-спектрометрии с лазерной абляцией (LA-ICP-MS); рамановской микроспектроскопии и др.

Недавние исследования показали, что не только покровы и компоненты мягких тканей, такие как кожа (Manning et al., 2009; McNamara et al., 2010), перья и другие покровные структуры (Godefroit et al., 2014; Schweitzer et al., 2007, 2009), но и мышечные волокна (Martill, 1990; McNamara et al., 2010) могут сохраняться в фоссилизированном виде. Остатки эндогенных коллагеновых волокон и структуры, соответствующие предполагаемым остат-кам эритроцитов, были исследованы из восьми костных фрагментов меловых динозавров (Bertazzo et al., 2015); остатки красных и белых кровяных клеточных структур, коллагена и холестерола были обнаружены в кости раннеюрского ихтиозавра (Plet et al., 2017). Условия, при которых происходят процессы фоссилизации, приводящие к такой уникальной сохранности ископаемых, скорее всего, являются исключением, а не правилом (Martill, 1990; McNamara et al., 2017).

Целью работы являлось исследование локальных особенностей состава и структуры ископаемой костной ткани ребра парейазавра *Deltavjatia vjatkensis* (Hartmann-Weinberg, 1937), зон ее контакта с вмещающей породой и новообразованными в биопустотах минералами, а также оценка степени сохранности ее клеточных структур. В качестве объекта исследования выбран фрагмент ископаемого ребра пермской парарептилии парейазавра *Deltavjatia vjatkensis*, найденный в отложениях ванюшонковской пачки северодвинского яруса на берегу р. Вятки на Котельничском местонахождении парейазавров (Киселева и др., 2017). Фрагменты были комплексно исследованы с использованием СЭМ Carl Zeiss AURIGA CrossBeam с ЭДС Oxford instruments Inca X-Max, начиная с вмещающей породы, контактной зоны порода/кость, трансверсального и анфиладного сколов костной ткани ребра, с последующим определением локального элементного состава в различных программных режимах. Микроэлементный состав определен методом квадрупольной масс-спектрометрии с лазерной абляцией (ЛА-ИСП-МС) на масс-спектрометре NexION 300S с использованием системы для лазерной абляции NWR 213 (New Wave Research). Операционные параметры лазера: энергия – 3 Дж/см², частота – 10 Гц, диаметр пучка – 50 мкм. Для градуировки использовался стандартный образец прессованного фосфата кальция MAPS-4; произведена внутренняя нормализация по кальцию. Спектры КРС получены на рамановском спектрометре LabRam HR Evolution: спектральный диапазон 200–4000 см⁻¹; лазер возбуждения 633 нм; используемый объектив 50х, решетка 600 и 1800 штр/мм.

Оптическое исследование фрагмента ископаемого ребра парейазавра показало, что кость имеет характерное для ребер амниот микроанатомическое строение, при этом микроструктура костной ткани сохранила многие прижизненные характеристики. В шлифах хорошо проявлены структурные элементы плотного (компактного) костного и губчатого вещества кости, такие как костные пластинки, вторичные остеоны и гаверсовы каналы, что говорит о хорошей сохранности. Наружные пластинки, внутренние опоясывающие пластинки и остеоны компактного вещества кости, как и костные трабекулы губчатого вещества кости, пигментированы оксидами-гидроксидами железа, придающими красно-бурую окраску всей костной ткани.

Плотная костная ткань представлена различно-ориентированными пластинками: наружными и внутренними опоясывающими, концентрическими, формирующими остеоны, и интерстициальными, заполняющими пространство между остеонами. В скрещенных и в параллельных николях хорошо видны срезы остеонов с отчетливо просматривающимися лакунами остеоцитов и костными канальцами с отростками остеоцитов (рис. 1). Гаверсовы каналы вторичных остеонов и межтрабекулярное пространство губчатого вещества кости выполнены вторичной минерализацией различными кристаллическими формами аутигенного кальцита (рис. 1). Его зерна образуют плотные незакономерные сростки.

При исследовании трансверсального сечения вторичного остеона, в гаверсовом канале на его внутренней полости были обнаружены образования, сходные с участками эндотелий кровеносных и лимфатических сосудов, представляющие собой псевдоморфозы по клеткам мезенхимного происхождения и выстилающие их внутреннюю поверхность (рис. 2 а, б). Следует отметить, что эта полость не была заполнена вторичным кальцитом, и для микроскопического исследования внутренней структуры не пришлось прибегать к процедуре избирательного растворения кальцита слабой уксусной кислотой, как это было сделано в работе Х. Плет и др. (Plet et al., 2017). На анфиладном сколе кости хорошо видно продольное сечение гаверсова канала, где, по нашим предположениям на основе морфологического сопоставления с современными аналогами (Bergman et al., 1995) и данными (Plet et al., 2017), сохранились структуры, похожие на форменные элементы крови – белые кровяные клетки (группа лейкоцитов), что может быть обусловлено посмертными процессами – образование м посмертных сгустков (свертков) крови, которые свободно лежат в просветах сосудов, в отличие от тромба, прикрепленного к стенке сосуда (рис. 2 в, г).

При интерпретации ископаемых объектов как форменных элементов крови, а именно лейкоцитов, мы основывались на форме, скульптуре и размерах объектов, а также на том, что посмертная коагуляция крови образует светлые свертки при замедленной смерти с нарушением кровообращения (Malone, Agutter, 2008). В этом случае только лейкоциты и тромбоциты осаждаются на поверхности постепенно отмирающего сосудистого эндотелия, поскольку вследствие уменьшения циркуляции крови не происходит притока эритроцитов и развивается гипоксия. При этом агрегаты лейкоцитов могут как коагулироваться в виде свертка, так и образовывать с тромбоцитами и фибрином внутри сосудистые тромбы.

Также в пользу небактериального происхождения этих клеточных структур говорит тот факт, что эти структуры обнаружены в костной ткани на внутренней полости Гаверсова канала, в месте нахождения кровеносных и лимфатических сосудов. При бактериальной колонизации эти структуры не были бы так четко локализованы, а обнаруживались бы повсеместно, включая различные части костной ткани, а также вмещающей породы; в нашем случае при исследовании вмещающей породы и зоны контакта порода/кость подобные структуры не были обнаружены.

Кроме того, бактерии коккоидной формы обычно имеют меньшие размеры (0,5–2 мкм) (Plet et al., 2017), чем идентифицированные нами клеточные структуры (4–5 мкм). Тем не менее, для однозначной интерпретации происхождения обнаруженных форменных элементов крови требуется проведение дельнейших биомолекулярных исследований.

По данным рентгенофлюоресцентного микрозондового картирования установлено, что элементы Al, Si, K, Mg Ca, Fe сосредоточены преимущественно во вмещающей глине, содержащей хлорит, слюду, альбит, кварц и кальцит (Киселева и др., 2017); в костной ткани практически не фиксируются Al и Si, но обнаружены P и Ca, ассоциированные с апатитовой матрицей. Ca, P, Mg, Mn и S распределены по костной ткани достаточно равномерно; повышенные содержания Fe приурочены к трещинам.

Согласно данным Т.А. Эллиотта и Г.В. Грайма (Elliott, Grime, 1993), железо заполняет крупные поры и пустоты, образующиеся вследствие разложения органического вещества, в частности, внутри гаверсовых каналов; напротив, марганец концентрируется в костной ткани в более мелких порах и каналах. Наблюдаемое концентрирование Fe в отдельных участках исследованной костной ткани, по-видимому, свидетельствует о формировании оксидов Fe на ранних стадиях диагенеза, что согласуется с данными работы (Dumont et al., 2009). Согласно исследованиям В.М. Эгертон с коллегами (Egerton et al., 2015), повышенное содержание S в ткани ребра парейазавра может быть связано с остатками органического вещества. Согласно данным X. Плет с коллегами (Plet et al., 2017), литологические обстановки с наличием обогащенных органического местонахождения парейазавров) способствуют отличной сохранности ископаемой костной ткани, а в некоторых исключительных случаях – и биомолекул этой ткани.

По результатам LA-ICP-MS микроэлементного анализа показано, что аутигенный кальцит, заполняющий Гаверсовы каналы остеонов и межтрабекулярное пространство губчатого вещества кости, значительно обеднен примесями (по сравнению с апатитом костной ткани), в нем отмечены повышенные содержания марганца (~3000 г/т), стронция (64 г/т), легких РЗЭ (~260 г/т). Апатит костной ткани характеризуется повышенными содержаниями переходных металлов, стронция, бария, редкоземельных элементов и иттрия. Рассчитанные индексы (La/Yb)_N и (La/Sm)_N, Ce-аномалии не противоречат полученным ранее данным по валовому микроэлементному составу (Киселева и др., 2017) и свидетельствуют об отсутствии перекристаллизации на поздних стадиях диагенеза, а также о поступлении РЗЭ в апатит из окружающей пресной воды.



в одном николе

в скрещенных николях

Рис. 1. Срезы концентрических костных пластинок остеонов



Рис. 2. СЭМ-изображения ископаемой костной ткани парейзавра: а – трансверсальное сечение остеона; б – внутренняя стенка гаверсова канала с псевдоморфозами по клеткам эндотелия – соединительнотканного слоя, выстилающего внутреннюю поверхность сосудов; в – анфиладный скол ребра парейазавра; г – различим гаверсов канал и очертания предполагаемого форменного элемента крови из группы лейкоцитов, обнаруженного в его полости

По данным рамановской спектроскопии, на спектрах костной ткани фиксируются линии от колебаний минеральной составляющей – карбонат-гидроксиапатита: симметричного валентного колебания $v_1 PO_4^{3-}$ (~960 см⁻¹), деформационных колебаний $v_4 PO_4^{3-}$ (430 и 580 см⁻¹), а также валентных v_1 колебаний примесных карбонат-ионов В-типа, замещающих фосфат-ионы в решетке апатита (1065–1070 см⁻¹) (рис. 3).

Кроме этого, в спектре зафиксированы колебания кристаллической решетки кальцита (линии 154, 281, 1085 см⁻¹), микроскопические зерна которого могут находиться в костной ткани. Также явно выражены колебания органической матрицы: колебания углеродных связей в аминокислотах пролине и гидроксипролине, фенилаланине, связей NH и C=O в амиде типов I и III, цитратов (солей лимонной кислоты) (рис. 3). Все обнаруженные колебания протеиновой матрицы соответствуют фибриллярному белку коллагену, который является основным органическим компонентом костной ткани.

В результате исследований фрагмента ископаемого ребра пермской парарептилии парейазавра *Deltavjatia vjatkensis* показано, что окружающая литологическая обстановка способствуют сохранности ископаемой костной ткани и ее клеточных структур. Микрозондовое картирование костной ткани позволило выявить особенности распределения элементов по остатку, зоны вторичной минерализации, наличие фрагментов органики. Минеральная фаза костной ткани соответствует фтор-апатиту. Аутигенный кальцит, заполняющий биопустоты, значительно обеднен примесями (по сравнению с апатитом костной ткани). Зафиксиро-



Рис. 3. Рамановские спектры ископаемой костной ткани фрагмента ребра парейазавра. Интерпретация полос приведена согласно Kirchner et al., 1997

ванные на рамановских спектрах колебания протеиновой матрицы соответствуют коллагену и некоторым другим компонентам органической составляющей костной ткани. Полученные данные позволяют говорить о высокой степени сохранности как костной ткани в целом, так и ее органической коллагеновой матрицы. По результатам СЭМ и ЭДС интерпретированы форменные элементы крови, а именно лейкоциты. Вероятно, это старейшая сохранившаяся белая кровяная клеточная структура, описанная к настоящему моменту. Для подтверждения органической природы обнаруженной клеточной структуры и выявления ее происхождения (бактериального или из клеток крови) планируется провести дальнейшие биомолекулярные исследования.

Исследования выполнены в Центре коллективного пользования «Геоаналитик» при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-00462.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Киселева Д.В., Шиловский О.П., Шагалов Е.С., Рянская А.Д. Особенности состава и структуры пермских тетрапод Котельничского местонахождения (р. Вятка) и их изменения при фоссилизации как основа для палеоэкологических реконструкций // Металлогения древних и современных океанов-2017. Дифференциация и причины разнообразия рудных месторождений. Миасс, 2017. С. 249–252.

Bergman R.A., Afifi A.K., Heidger P.M., D'Alessandro M.P. Atlas of Microscopic Anatomy: A functional Approach. 1995. http://www.anatomyatlases.org/

Bertazzo S., Maidment S.C.R., Kallepitis C. et al. Fibres and cellular structures preserved in 75-million-year-old dinosaur specimens // Nature Communications. 2015. V. 6. ncomms8352.

Dumont M., Zoeger N., Streli C. et al. Synchrotron XRF analyses of element distribution in fossilized sauropod dinosaur bones // Powder Diffraction. 2009. V. 24, N 2. P. 130–134.

Egerton V.M., Wogelius R.A., Norell M.A. et al. The mapping and differentiation of biological and environmental elemental signatures in the fossil remains of a 50 million year old bird // J. Anal. At. Spectrom. 2015. V. 30. P. 627–634.

Elliott T.A., Grime G.W. Examining the diagenetic alteration of human bone material from a range of archaeological burial sites using nuclear microscopy // Nuclear Instruments and Methods in Physics. Res. Sect. B. 1993. V. 77, N 1–4. P. 537–547.

Godefroit P., Sinitsa S.M., Dhouailly D. et al. A Jurassic ornithischian dinosaur from Siberia with both feathers and scales // Science. 2014. V. 345. P. 451–455.

Kirchner M.T., Edwards H.G.M., Lucy D., Pollard A.M. Ancient and modern specimens of human teeth: a Fourier transform Raman spectroscopic study // J. Raman Spectroscopy. 1997. V. 28. P. 171–178.

Malone P.C., Agutter P.S. Cadaver clots or agonal thrombi? // The Aetiology of Deep Venous Thrombosis. Dordrecht: Springer; 2008. P. 221–232.

Manning P.L., Morris P.M., McMahon A. et al. Mineralized soft-tissue structure and chemistry in a mummified hadrosaur from the Hell Creek Formation, North Dakota (USA) // Proc. Roy. Soc. B. 2009. V. 276. P. 3429–3437.

Martill D.M. Macromolecular resolution of fossilized muscle tissue from an elopomorph fish // Nature. 1990. V. 346. P. 171–172.

McNamara M., Orr P.J., Kearns S.L. et al. Organic preservation of fossil musculature with ultracellular detail // Proc. Roy. Soc. B. 2010. V. 277. P. 423–427.

Plet C., Grice K., Pagès A. et al.. Palaeobiology of red and white blood cell-like structures, collagen and cholesterol in an ichthyosaur bone // Nature Sci. Reports. 2017. V. 7. Article number: 13776.

Schweitzer M.H., Wittmeyer J.L., Horner J.R. Soft tissue and cellular preservation in vertebrate skeletal elements from the Cretaceous to the present // Proc. Roy. Soc. B. 2007. V. 274. P. 183–197.

Schweitzer M.H., Zheng W., Organ C.L. et al. Biomolecular characterization and protein sequences of the Campanian hadrosaur *B. canadensis* // Science. 2009. V. 324. P. 626–631.

БИОТИЧЕСКОЕ СОБЫТИЕ GOBE В РАЗРЕЗАХ ОРДОВИКА ЮЖНОГО УРАЛА

Р.Р. Якупов

Институт геологии Уфимского федерального научного центра PAH, Уфа, stpal@ufaras.ru

THE GREAT ORDOVICIAN BIODIVERSIFICATION EVENT (GOBE) IN SOUTH URALS SECTIONS

R.R. YAKUPOV

Instutue of Geology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa

The "Great Ordovician Biodiversification Event" (GOBE) is characterized with the most rapid increase in diversity of marine fauna on the family level. In the South Urals sections this Event is confirmed by a massive appearance of pelagic fauna (conodonts) and zooplankton (chitinozoans, graptolites) in different Ordovician formations of the Early Darriwillian.

Key words: Ordovician, GOBE, biodiversity, chitinozoans, South Ural

Ордовикский период характеризовался двумя глобальными биотическими событиями: великой ордовикской биодиверсификацией – событие GOBE (Servais et al., 2010) и позднеордовикским вымиранием – событие pacificus (Корень и др., 2000). Эти события с разной степенью детальности отражены в изменениях палеобиоты в региональных разрезах Южного Урала. И если событие позднеордовикского вымирания в регионе выявить трудно, изза недостаточной изученности позднеордовикских разрезов, то событие GOBE проявляется одномоментным массовым появлением в разрезах Южного Урала граптолитов, хитинозой и конодонтов.

Южноуральский палеобассейн в раннем палеозое. Самые древние палеозойские отложения на Южном Урале относятся к кембрию и известны в Курагано-Сакмарской зоне (Стратиграфические ..., 1993). Представлены они археоциатовыми известняками и вулканотерригенными отложениями тереклинской и нижней частью кидрясовской свит (Маслов и др., 1993), или терригенными отложениями хмелевского горизонта (Анцыгин, 2001). Предполагается, что в кембрии в Курагано-Сакмарской зоне происходило растяжение коры и образование небольших рифтогенных осадочных бассейнов разделивших пологие массивы суши узкими зонами накопления прибрежно- и мелководно-морских осадков (Маслов, Иванов, 1998). Кембрийское зарождение рифтовой зоны продолжилось раскрытием в среднем ордовике, когда появляются характерные толеитовые базальты баулуской свиты. Трансгрессия распространялась в северном направлении (в современных координатах). В то время как в Курагано-Сакмарской и Западно-Магнитогорской зоне формировались мощные вулкано-терригенные отложения, на западном склоне Южного Урала существовал мелководный эпиконтинентальный бассейн с областью терригенного и терригенно-карбонатного осадконакопления (Мавринская, Якупов, 2016).

В раннем ордовике на Южном Урале происходило раскрытие рифтового бассейна с благоприятными условиями для жизнедеятельности мелководных организмов (трилобитов, брахиопод, криноидей). Шельфовые обстановки осадконакопления постепенно сдвигались в северо-западном направлении. В дарривиллии, в осевой части бассейна, дальнейшее погружение способствовало бурному развитию пелагической биоты (граптолиты, глубоководные конодонты) и хитинозой. Этап массового появления пелагической фауны раннего дарривиллия сменился среднеордовикским обеднением таксономического разнообразия, что, вероятно связано с дальнейшим углублением палеобассейна и проявлением кремненакопления.

В позднем ордовике в разрезах западного борта Южного Урала в отложениях шельфовых обстановок отмечено появление глубоководных биофаций по конодонтам и начало глобального геохимического события НІСЕ (Мавринская, Якупов, 2016; Якупов и др., 2018). Резкое обеднение биоразнообразия выше по разрезу связано с началом великого вымирания организмов на границе с силуром.

Событие GOBE. Быстрое увеличение разнообразия морских организмов на уровне семейств и видов в ордовике позволило выделить событие биодиверсификации GOBE (Servais et al., 2010). Выделяют несколько уровней этого длительного события: первая часть (тремадок-флос) заселение разнообразных палеониш. Вторая часть (дарривилий), когда разнообразие утроилось, и третья часть (катий) унификация на уровне таксономических групп (Harper et al., 2015).

Бентосная фауна западного склона Южного Урала в раннем и среднем ордовике сохраняла видовое разнообразие примерно на одном уровне. В раннем дарривиллии в разрезах Южного Урала прослеживается массовое появление пелагических групп организмов (конодонты) и зоопланктона (граптолиты, хитинозои). На юго-востоке Восточно-Европейской платформы в терригенной пачке ордовика из скв. 102 (Якупов, Кондратенко, 2015) отмечается массовое количество хитинозой и обломков граптолитов уровня основания – середины дарривильского яруса.

В Западно-Магнитогорской зоне кремнисто-базальтовая поляковская свита, содержит конодонтов, начиная с флоского яруса (Дубинина, 2008). Количество находок резко возрастает на уровне комплекса с *Periodon flabellum*, комплекс соответствует обстановкам открытого моря (Mavrinskaya, 2011).

В Восточно-Зилаирской зоне отложения ордовика представлены сухолядской толщей и относятся к глубоководным фациям континентального склона. Нижняя часть сухолядской толщи имеет раннедарривильский возраст (Якупов и др., 2002) и, впервые, по находкам хитинозой к этому же возрастному интервалу отнесена большая часть белекейской толщи зоны Уралтау (Якупов, 2008). Ранее метаморфиты белекейской свиты считались допалеозойскими (Стратиграфические схемы Урала, 1993). В нижней части сухолядской толщи Восточно-Зилаирской зоны (Якупов и др., 2002) и в белекейской свите зоны Уралтау (Якупов, 2008; Мавринская, Якупов, 2009) собраны богатые комплексы хитинозой (16 родов), совместно с ними найдены конодонты (2 рода) и граптолиты (6 родов) (Мавринская, Якупов, 2016). Хитинозои многочисленные (до 20 экземпляров на грамм породы), крупные, хорошо различимы на поверхностях напластования и могут способствовать визуальному определению этого уровня в поле.

Встреченные в разрезах Восточно-Зилаирской зоны конодонты характерны для удаленных от шельфа фаций, сходны с комплексами конодонтов регионов, принадлежащих Северо-Атлантической провинции (Мавринская, 2007), и представлены преимущественно представителями глубоководного рода *Periodon* (Мавринская, Якупов, 2013). Хитинозои ордовика Южного Урала, по основным характерным видам сопоставляются с комплексами хитинозой Балтоскандии (Мавринская, Якупов, 2016).

По хитинозоям можно проследить уровень изменения количество видов по разным структурно-формационным зонам (рис. 1).

Данная радиация пелагической фауны на Южном Урале, вероятно, является региональным проявлением второй (дарривильской) части глобального биотического события GOBE.

Таксономическое многообразие в раннедарривильское время резко контрастирует с последующим уменьшением биоразнообразия палеобиоты. Хитинозои и конодонты среднего-верхнего ордовика в ритмичных отложениях сухолядской толщи Восточно-Зилаирской зоны представлены единичными находками. Граптолиты, конодонты и хитинозои в небольших количествах встречаются совместно только в отложениях дубоводольской свиты сандбийского возраста Курагано-Сакмарской зоны (Маслов и др., 1993).

Оптимальными для развития биоты в раннем палеозое Южного Урала являлись условия, возникшие на континентальных окраинах и области шельфа, где в существовавших мелководных бассейнах формировались богатые прибрежные биоценозы. Вероятно, это связано с резким увеличением продуктивности, связанное с химическими или физическими изменениями среды (температура, соленость, pH воды, увеличение освещенности, насыщенность газами, проявление апвеллингов). Богатые фауной прослои отмечаются в терригенных отложениях нижнего ордовика (кидрясовская свита), верхнем ордовике (тирляно-кагинская толща и вторая толща бактинской свиты). В эпохи регрессии происходило обмеление бассейнов и образование эстуариев и/или бассейнов с лагунными условиями (Краузе, Маслов, 1961). Бентосная фауна активно осваивала зону шельфа, нектонные формы (конодонты) представлены в сообществах мелководными комплексами. Трансгрессивные процессы соединяли эти бассейны с глубоководной областью, пре-



Рис. 1. Кривая изменения количества видов хитинозой в разрезах ордовика Южного Урала: ВЕП – Восточно-Европейская платформа, 33 – Западно-Зилаирская зона, ВЗ – Восточно-Зилаирская зона, УТ – зона Уралтау

вращая их в морские заливы, что способствовало распространению пелагических форм организмов.

Событие GOBE определяется по разным группам фауны в разрезах юго-востока Восточно-Европейской платформы, Западно- и Восточно-Зилаирской, Уралтауской, Западно-Магнитогорской зон. Оно читается благодаря массовому появлению на уровне раннего дарривилия пелагических групп организмов конодонтов, хитинозой и граптолитов.

Исследования выполнены по теме государственного задания № 0252-2014-0003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анцыгин Н.Я. Тремадокские трилобиты Урала. Екатеринбург, 2001. 248 с.

Дубинина С.В. Стратиграфия ордовика Южного Урала по конодонтам // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 10–11: Приложение к журналу «Геология и геофизика». Т. 49. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. С. 110–114.

Корень Т.Н., Бугрова Э.М., Гаврилова В.А. и др. Использование событийно-стратиграфических уровней для межрегиональных корреляций фанерозоя России: Методическое пособие. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 166 с.

Краузе С.Н., Маслов В.А. Ордовик, силур и нижний девон Западного Башкирского Урала. Уфа: БФАН СССР, 1961. 94 с.

Мавринская Т.М. Конодонты из ордовикских и силурийских отложений Южного Урала // Геол. сб. № 6. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2007. С. 33–37.

Мавринская Т.М., Якупов Р.Р. О возрасте суванякского комплекса зоны Уралтау // Геол. сб. № 8. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2009. С. 15–16.

Мавринская Т.М., Якупов Р.Р. Биофациальный анализ ордовикского бассейна западного склона Южного Урала // Стратиграфия осадочных образований верхнего протерозоя и фанерозоя. Мат-лы Международной научной конференции (Киев, 23–26 сентября 2013 г.) С. 92–95.

Мавринская Т.М., Якупов Р.Р. Ордовикские отложения западного склона Южного Урала и их корреляция по конодонтам и хитинозоям // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. С. 265–281.

Маслов А.В., Иванов К.С. Палеогеография и основные тектонические события рифея-раннего палеозоя на Южном Урале // Палеогеография венда-раннего палеозоя Северной Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. С. 8–24.

Маслов В.А., Черкасов В.Л., Тищенко В.Т. и др. Стратиграфия и корреляция среднепалеозойских вулканогенных комплексов основных медноколчеданных районов Южного Урала. Уфа: УНЦ РАН, 1993. 217 с.

Рязанцев А.В., Дубинина С.В., Кузнецов Н.Б., Белова А.А. Ордовикские структурно-формационные комплексы в аллохтонах Южного Урала // Геотектоника. 2008. № 5. С. 49–78.

Стратиграфические схемы Урала (Докембрий, палеозой), Межвед. Стратигр. Комитет России. 151 лист. Объяснительная записка. Екатеринбург, 1993. 139 с.

Якупов Р.Р. Хитинозои из метаморфических комплексов Уралтау (Южный Урал) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 10–11: Приложение к журналу «Геология и геофизика». Т. 49. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. С. 184–186.

Якупов Р.Р., Кондратенко В.Ф. Хитинозои из платформенных отложений юго-востока Русской платформы // Геол. сб. № 12. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2015. С. 35–41.

Якупов Р.Р., Мавринская Т.М., Абрамова А.Н. Палеонтологическое обоснование схемы стратиграфии северной части Зилаирского синклинория. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН. 2002. 160 с.

Якупов Р.Р., Мавринская Т.М., Смолева И.В. Положительная аномалия δ13С в хирнантском ярусе разреза Набиуллино (Южный Урал) // Докл. АН. 2018. Т. 478, № 6. С. 679–682.

Harper D.A.T., Zhan Ren-Bin, Jin J. The Great Ordovician Biodiversification Event: Reviewing two decades of research on diversity's big bang illustrated by mainly brachiopod data // Palaeoworld. 2015. V. 24. P. 75–85.

Mavrinskaya T.M. Biogeographical distribution of Ordovician conodonts at the South Urals // Proceedings of the sixth International conference "Environmental Micropaleontology, Microbiologi and Meiobenthologi". September 19–22. Moscow, 2011. P. 174–176.

Paris F., Achab A., Chen X. et al. Chitinozoans // Webby B.D., Droser M.L., Paris F., Percival I.G. (Eds.) The Great Ordovician Biodiversification Event. New York: Columbia University Press, 2004. P. 294–311.

Servais T., Owen A.W., Harper D.A.T. et al. The Great Ordovician Biodivercification Event (GOBE): The palaeoecological dimension // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2010. V. 294. P. 99–119.

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ XIV К XVII ВСЕРОССИЙСКОМУ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОМУ СОВЕЩАНИЮ3
ФОРАМИНИФЕРЫ
ОТРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДНИХ 9000 ЛЕТ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР И МАТЕРИАЛА ЛЕДОВОГО РАЗНОСА В ДОННЫХ ОСАДКАХ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ (К ВОСТОКУ ОТ ХРЕБТА РЕЙКЬЯНЕС) Л.Д. Баширова, Е.А. Новичкова, К.Е. Савкина13
МИКРОТОМОГРАФИЯ РАКОВИНЫ <i>CRIBROSPIRA PANDERI</i> MÖLLER, 1878 (ФОРАМИНИФЕРЫ, НИЖНИЙ КАРБОН) ИЗ КОЛЛЕКЦИЙ В.И. МЕЛЛЕРА Я.А. Вевель, А.А. Шты рляева 18
ПОЗДНЕТРИАСОВЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В.Я. Вукс
ФОРАМИНИФЕРЫ РОДА <i>JANISCHEWSKINA</i> MIKHAILOV, 1935 EMEND. MIKHAILOV, 1939: МОРФОЛОГИЯ, БИОСТРАТИГРАФИЯ ВИЗЕЙСКОГО И СЕРПУХОВСКОГО ЯРУСОВ, АРЕАЛ Н.Б. Гибшман, Я.А. Вевель, Е.Л. Зайцева, Т.И. Степанова
ПАЛЕОБАТИМЕТРИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ СРЕДНЕЙ–ВЕРХНЕЙ ЮРЫ УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА (РУССКАЯ ПЛИТА) ПО БЕНТОСНЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ С.О. Зорина
ПОГРАНИЧНЫЕ БАШКИРСКО–МОСКОВСКИЕ ФУЗУЛИНИДОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СВЯЗЬ ИХ С ФАЦИЯМИ В ТУРКЕСТАНО-АЛАЕ (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ) А.В. Дженчураева
ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЗДНЕВИЗЕЙСКИХ ФОРАМИНИФЕР ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ Е.Л. Зайцева, К.В. Сахненко
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Е.Д. Иванова
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСОВ ФОРАМИНИФЕР БОБРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА ПРИКАСПИЙСКОГО И ШУ-САРЫСУЙСКОГО ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ (КАЗАХСТАН) Е.Г. Кащеева
МОРФОЛОГИЯ РАКОВИНЫ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР И ЕЕ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМАТИКЕ Л.Ф. Коплевич

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СИСТЕМАТИКЕ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ	
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ОТРЯД POLYMORPHINIDA WEDEKIND, 1937,	
ПОДКЛАСС LAGENATA MASLAKOVA, 1990)	
Т.Г. Ксенева	
ФОРАМИНИФЕРЫ И ФАШИИ БАШКИРСКОГО ЯРУСА	
(СРЕЛНИЙ КАРБОН) ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРЕЛУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА	
Е.И. Кулагина, Е.Н. Горожанина	
БИОСТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ	
ЗАПАДНО- СИБИРСКОИ ПЛИТЫ ПО ФОРАМИНИФЕРАМ,	
СН Макаренко, СА Ролыгин, НИ Савина	70
ROTALIIDA (ФОРАМИНИФЕРЫ) ВЕРХНЕГО МЕЛА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	
В.А. Маринов	74
НОВЫЕ ДАННЫЕ О МИКРОФОССИЛИЯХ ВЕРХНЕСИЛУРИИСКИХ ОТПОЖЕНИЙ НА В ИЛЬШ (СЕВЕРНЫЙ VDA П)	
Н.А. Матвеева, Р.М. Иванова	
,,,,	
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО БИОСТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ	
ОТЛОЖЕНИЙ БАССЕЙНА Р. ЧАНИС-ЦКАЛИ (ЗАПАДНАЯ ГРУЗИЯ)	
ПО ПЛАНКТОННЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ И НАННОПЛАНКТОНУ Х. Микалее, Н. Панациирили, Н. Иконирили, М. Онофрицирили	93
А. МИКАДЗЕ, П. ЛАПАЧИШВИЛИ, П. ИКОШВИЛИ, М. ОНОФРИШВИЛИ	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ И НОВЫХ СИСТЕМ	
ФОРАМИНИФЕР В ЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСАХ	
В.И. Михалевич	
ЛЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЗЛНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ УСЛОВИЙ	
СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ КОЛОНОК ИЗ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ	
Я.С. Овсепян, Н.О. Аверкина, Е.Е. Талденкова	
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРАМИНИФЕР В КОЛОНКЕ АИ-3521, СЕДЕРО РОСТОПНАЯ ГОНТИНЕНТА ПЕНАЯ ОКРАИНА ШОТПАНЛИИ	
Я.С. Овсепян. Е.А. Новичкова, А.В. Тихонова, Н.В. Козина,	
С.А. Корсун, А.Г. Матуль	
НОНИОНИДЫ СНАТОЛЬСКОИ СВИТЫ В УВУЧИНСКОМ РАЗРЕЗЕ	
ОХОТОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ Л М Отышанецкий	101
ИЗМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ФОРАМИНИФЕР РАННЕГО МИОЦЕНА	
В РАЗРЕЗЕ Р. БЕЛОЙ (ЗАПАДНОЕ ПРЕДКАВКАЗЬЕ)	
Т.Н. Пинчук	
<u>CИСТЕМА ΦΟΡΑΜИНИФЕР (ПРОЕКТ)</u>	
В.М. Подобина	109
ФОРАМИНИФЕРЫ АЛЬБА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ	110
Б. И. ПОДОБИНА	113
ФОРАМИНИФЕРЫ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПУЛИНСКОГО	
МЕЗОПОДНЯТИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	
Е.В. Полковникова	117

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА СТРУКТУРУ СТЕНКИ АЛЬБСКО-СЕНОМАНСКОГО (МЕЛОВАЯ СИСТЕМА) АГГЛЮТИНИРОВАННОГО ВИДА <i>SCULPTOBACULITES GOODLANDENSIS</i>
(CUSHMAN AND ALEXANDER, 1930) ИЗ СЕВЕРО-ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕХАСА, США Д.М. Рашалл, Г.П. Нестелл, М.К. Нестелл, А. Хант
ГЛОБАЛЬНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РОДА <i>BIWAELLA</i> (FUSULINOIDA) М.Т. Рид, М.К. Нестелл
ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ВПАДИНЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ПОЗДНЕМ
ПЛЕЙСТОЦЕНЕ – ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА КЕРНОВ ДОННЫХ ОСАДКОВ О.В. Руденко, Е.Е. Талденкова, Н.О. Аверкина, В.В. Енина
СООБЩЕСТВА ФОРАМИНИФЕР ТУРОНА – КОНЬЯКА («КАМЕННЫЙ БРОД», ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ):
ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ И БИОСТРАТИГРАФИЯ И.П. Рябов, П.А. Прошина
БЕНТОСНЫЕ МЯГКОРАКОВИННЫЕ ЭУКАРИОТЫ (FORAMINIFERA, ALLOGROMIIDA) КАК ВОЗМОЖНЫЕ ОБЪЕКТЫ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ ЛЕТОПИСИ ЛОННЫХ ОСАЛКОВ ЧЕРНОГО МОРЯ
Н.Г. Сергеева
МИКРОСТРУКТУРА СТЕНКИ АПАТИТОВОЙ РАКОВИНЫ ФОРАМИНИФЕР ИЗ РУДОВМЕЩАЮЩЕЙ ТОЛЩИ САФЬЯНОВСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ) Е.И. Сорока, Л.В. Леонова, А.Л. Анфимов, Н.С. Архиреева
РЕКУРРЕНЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ НАДСЕМЕЙСТВ PARATHURAMMINACEA И ARCHAESPHAERACEA (ФОРАМИНИФЕРЫ) НА ГРАНИЦЕ ТУРНЕЙСКОГО И ВИЗЕЙСКОГО ЯРУСОВ
В РАЗРЕЗЕ КИПЧАК (ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН ЮЖНОГО УРАЛА) Т.И. Степанова
ПОЛНАЯ ПАЛЕОКАТЕНА ПЕРМСКИХ (ПРИУРАЛЬСКИЙ ОТДЕЛ) ФОРАМИНИФЕР ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ Е.Е. Сухов
КОМПЛЕКСЫ ФОРАМИНИФЕР КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРОЛИВА ФРАМА: ИЗМЕНЕНИЯ ПАЛЕОСРЕДЫ И ПРОНИКНОВЕНИЕ АТЛАНТИЧЕСКИХ РОЛ В АРКТИКУ 24 ПОСЛЕДНИЕ 18 ТИС. ЛЕТ
Е.Е. Талденкова, Я.С. Овсепян, Н.О. Аверкина, Х.А. Баух, Р.Ф. Шпильхаген, С.Д. Николаев
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР В ПОВЕРХНОСТНЫХ ПРОБАХ ВДОЛЬ ПРОФИЛЯ ЧЕРЕЗ СЕВЕРНУЮ АТЛАНТИКУ НА ШИРОТЕ 60°N
А.В. ТИХОНОВА
И СРЕДНЕВОЛЖСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ВЕРХНЯЯ ЮРА) ВОСТОКА МОСКВЫ М.А. Устинова
БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕРАСЧЛЕНЕНИЕ РАЗРЕЗА КАЙНОЗОЯ БУХТЫ КВАЧИНА (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА) ПО ФОРАМИНИФЕРАМ Н.А. ФРЕГАТОРА, С.И. БОРНУНОР, Т.В. ЛУНТРИЕРА
п.л. чтегатова, С.н. вогдунов, т.в. динтгиева 1/1

ФОРАМИНИФЕРЫ ИЗ ПОГРАНИЧНЫХ ПЕРМО-ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО ВЕРХОЯНЬЯ (ЯКУТИЯ, Р. СЕТОРЫМ) А.В. Ядренкин, А.С. Бяков, Р.В. Кутыгин, А.В. Копылова176
РАДИОЛЯРИИ
РАДИОЛЯРИИ И ПАЛЕОГЕНОВЫЕ БИОКРЕМНИСТЫЕ ФАЦИИ НА ЗАПАДЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ Э.О. Амон
К ВОПРОСУ О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ МИГРАЦИИ РАДИОЛЯРИЙ В ФАМЕНСКОМ МОРСКОМ БАССЕЙНЕ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ М.С. А фанасьева
К РЕВИЗИИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ РОДОВ РАДИОЛЯРИЙ Pluristratoentactinia, meschedea и wuyia M.C. Афанасьева
ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЯВЛЕНИИ ГИГАНТИЗМА У РАДИОЛЯРИЙ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЗОЯ М.С. Афанасьева
МОДЕЛЬ ВСЕСВЕТНОГО ПРОСТРАНСТВЕННО-БАТИМЕТРИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКЕЛЕТОВ РАДИОЛЯРИЙ (POLYCYSTINA) И ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР: СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ Д. Болтовской, Н. Корреа
РАДИОЛЯРИЕВЫЙ БИОГОРИЗОНТ PARVICINGULA КНАВАКОVI – WILLIRIEDELLUM SALYMICUM БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (БЕРРИАС) В.С. Вишневская, Ю.А. Гатовский, В.А. Козлова
БИОСТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ) ПО РАДИОЛЯРИЯМ, НАННОПЛАНКТОНУ И ИЗВЕСТКОВЫМ ДИНОЦИСТАМ В.С. Вишневская, М.А. Овечкина, М.А. Устинова
РАДИОЛЯРИИ ИЗ ОКСФОРДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОРОБЬЕВЫХ ГОР (Г. МОСКВА) Т.Н. Палечек, М.А. Устинова
БИОСТРАТИГРАФИЯ ЮРСКИХ И МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ ПО РАДИОЛЯРИЯМ Т.Н. Палечек
НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЛЯРИЕВОГО АНАЛИЗА КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ХРЕБТА ВИТЯЗЬ (ОСТРОВНОЙ СКЛОН КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО ЖЕЛОБА) С.В. Точилина, Л.Н. Василенко
ОСТРАКОДЫ
СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТРАКОД На Бакинском архипелате каспийского моря и прилегающих

НА БАКИНСКОМ АРХИПЕЛАГЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ
К НЕМУ БЕРЕГОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД
А.Т. Джавадова, Э.В. Рзаева

ИЗМЕНЕНИЯ СООБЩЕСТВ ОСТРАКОД НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ М.А. Зенина, А.Л. Чепалыга, И.О. Мурдмаа, Д. Малгезини	. 236
ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА И КИСЛРОДА В РАКОВИНАХ ОСТРАКОД: ВЛИЯНИЕ ВИТАЛЬНОГО ЭФФЕКТА М.С. Карпук, Б.Г. Покровский, О.Л. Петров	. 239
ПЕРВАЯ НАХОДКА <i>VESTALENULA DANIELOPOLI</i> (MARTENS, ROSSETTI ET FUHRMANN, 1997) (CRUSTACEA, OSTRACODA, DARWINULIDAE) В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В.А. Коновалова	243
ЗОНАЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ ПО ОСТРАКОДАМ ПАЛЕОЦЕНА И ЭОЦЕНА КРЫМСКО-КАВКАЗСКОЙ ОБЛАСТИ И.А. Нико лаева	248
БЕРРИАС-ВАЛАНЖИНСКИЕ ОСТРАКОДЫ ВОСТОЧНОГО КРЫМА Ю.Н. Савельева	. 253
МОРФОЛОГИЯ РАКОВИНЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВ EDITIIDAE KNUPFER, 1967 И ADEDITIIDAE GRAMM, 1992 (OSTRACODA) Д.Б. Соболев	259
ОСНОВЫ ОСТРАКОДОВОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ КЕЛЛОВЕЯ И НИЖНЕГО ОКСФОРДА РАЗРЕЗА МИХАЙЛОВЦЕМЕНТ (РЯЗАНСКАЯ ОБЛАСТЬ) Е.М. Т есакова, Я.А. Шурупова	265
РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ РУССКИМИ ПОЗДНЕКЕЛЛОВЕЙСКИМИ ВИДАМИ РОДА <i>LOPHOCYTHERE</i> SILVESTER-BRADLEY, 1948 Я.А. Шурупова, Е.М. Т есакова	271
КОНОДОНТЫ	
КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ОТЛОЖЕНИЙ АФОНИНСКОГО ГОРИЗОНТА СЕВЕРНОЙ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ Л.З. Ахметшина, А.А. Савинова	. 278
КОНОДОНТЫ КАСИМОВСКОГО ЯРУСА (ВЕРХНИЙ КАРБОН) РАЗРЕЗА ЩЕРБАТОВКА (РЯЗАНСКАЯ ОБЛАСТЬ) Н.В. Горева, А.С. А лексеев, Д.И. Леонтьев	283
КОНОДОНТЫ КАСИМОВСКОГО ЯРУСА ТИПОВОГО РЕГИОНА Н.В. Горева, А.С. А лексеев	. 288
СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПРОТО- И ЭУКОНОДОНТОВЫХ ЖИВОТНЫХ Г.И. Гуравская, А.П. Касаткина	294
СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КОНОДОНТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ А.В. Журавлев	300
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНОДОНТОЛОГИИ В РОССИИ Н.Д. Журавлева, Е.М. Кирилишина	304

ПОЗДНЕДЕВОНСКАЯ МИКРОФАУНА (КОНОДОНТЫ, РАДИОЛЯРИИ) ЗЕРАВШАНО-ГИССАРСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ Н.Г. Изох, М.В. Ерина, О.Т. Обут, Н.Х. Абдиев, А.И. Ким, У.Д. Рахмонов	
МОРФОЛОГИЯ И ТАФОНОМИЯ ДРЕВНИХ PROTOCONODONTA (CHAETOGNATHA), ИХ ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ ФЛУКТУАЦИЙ А.П. Касаткина	
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ БИОГЕННОГО АПАТИТА ПОЗДНЕДЕВОНСКИХ КОНОДОНТОВ (ЮЖНЫЙ УРАЛ) Д.В. Киселева, Е.С. Шагалов, М.В. Зайцева, М.В. Стрелецкая, Е.А. Панкрушина, О.В. Артюшкова, Р.Ч. Тагариева	
КОНОДОНТОВОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ В ЛОХКОВСКОМ ЯРУСЕ НИЖНЕГО ДЕВОНА ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА Т.М. Мавринская, А.Р. Шарипова	
ПАТОЛОГИИ ДЕВОНСКИХ КОНОДОНТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ В.М. Н азарова, Л.И. Кононова	
ГРАНИЦА КАСИМОВСКОГО И ГЖЕЛЬСКОГО ЯРУСОВ И СОПРОВОЖДАЮЩАЯ МИКРОФАУНА ТРАНСГРЕССИВНОЙ ЧАСТИ ЦИКЛА ФАЙНИС ШЕЙЛ (ФОРМАЦИЯ ГРАХАМ, ГРУППА СИСКО, ПЕНСИЛЬВАНИЙ) В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕХАСА, США М.К. Н ЕСТЕЛЛ , Г.П. Н ЕСТЕЛЛ , Д.Е. Б АРРИК	
ВЛИЯНИЕ ТАФОНОМИИ НА БИОСТРАТИГРАФИЮ ГЛУБОКОВОДНО-ШЕЛЬФОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО КОНОДОНТАМ А.Н. П лотицын, Д.А. Груздев, А.В. Журавлев	
КОНОДОНТЫ НИЖНЕГО ДОМАНИКА (ФРАНСКИЙ ЯРУС, ВЕРХНИЙ ДЕВОН) ЗАПАДНОГО СКЛОНА ПРИПОЛЯРНОГО И ПОЛЯРНОГО УРАЛА, ЮЖНОЙ ЧАСТИ ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА И ЮЖНОГО ТИМАНА М.А. Соболева	
ПАЛИНОМОРФЫ	
СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ <i>АМВROSIA ARTEMISHOFOLIA</i> , ЕЕ ПРИСУТСТВИЕ В СУБФОССИЛЬНЫХ И ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ (ЮГ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА) В.Б. Базарова, Е.П. Кудрявцева, М.С. Лящевская, Л.М. Мохова	
ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПЕРЕСТРОЙКИ ЭОЦЕНОВОГО МОРСКОГО БАССЕЙНА СИБИРСКО-ТУРГАЙСКОГО СУБРЕГИОНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ДИНОЦИСТ О.Н. В асильева	
РОЛЬ САМООРГАНИЗАЦИИ В РАЗВИТИИ МИКРОАРХИТЕКТУРЫ Сложных паттернов биологических объектов Н.И. Г абараева, В.В. Г ригорьева	
БИОСТРАТИГРАФИЯ НИЖНЕ-СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ (СПОРЫ, ПЫЛЬЦА, ДИНОЦИСТЫ) А.А. Горячева	

ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ В ГОЛОЦЕНЕ НА ОСНОВЕ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ Т.А. Евстигнеева, М.В. Черепанова
ПАЛИНОМОРФЫ И ФИТОЛИТЫ ИЗ КРИОПЕДОЛИТОВ МИС 3 И МИС 2 КОЛЫМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ О.Г. Занина, Д.А. Лопатина
ВОДНЫЕ ПАЛИНОМОРФЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ МОРЕЙ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЙ Т.С. Клювиткина
ПАЛИНОМОРФЫ И ПЫЛЬЦА В ПОЗДНЕ- И ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА ИМАНДРА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ) Н.А. Ко стромина , А.А. В ашков, Л.А. Савельева
ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВЕТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ ПРИКАСПИЯ (КАЗАХСТАНСКАЯ ЧАСТЬ) И.В. Кравченко, А.Г. Калмыкова
ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ ИЗ РАЗРЕЗОВ ДУВАННЫЙ ЯР И СТАНЧИКОВСКИЙ ЯР КОЛЫМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ Д.А. Лопатина, О.Г. Занина
ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ЭВОЛЮЦИИ СПОРОДЕРМЫ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ LILIALES PERLEB И ASPARAGALES LINK И ИХ ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ С.М. Маасумми
КОМПЛЕКСНОЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ И ПАЛЕОПЕДОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАННЕСРЕДНЕВЕКОВОГО ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА СРОСТКИ-І (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ) М.В. Михаревич, В.Е. Приходько, А.А. Тишкин
УСЛОВИЯ В АРКТИКЕ ПО МИКРОФОССИЛИЯМ ИЗ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКОВ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ О.Д. Найдина, Х.А. Баух
РЕКОНСТРУКЦИЯ РАЗВИТИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ОЗЕРНОГО ГЕНЕЗИСА В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА МАЛОГО ОЛЕНЬЕГО Т.В. Напреенко-Дорохова, М.Г. Напреенко
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА РУБСКОЕ (ИВАНОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) Г.Р. Нигаматзянова, Л.А. Фролова, А.Г. Кадыров, Д.К. Нургалиев
НАХОДКИ ФИТОЛИТОВ КУЛЬТУРНЫХ ЗЛАКОВ И ДРУГИХ ПАЛИНОМОРФ В ПОГРЕБЕННОЙ ПОЧВЕ ЛЮБШАНСКОГО ГОРОДИЩА (СТАРАЯ ЛАДОГА) Д.В. Петров, Л.А. Савельева, М.В. Шитов

БАРРЕМ-АПТСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МИКРОФАУНЫ И ПАЛИНОМОРФ СЕВЕРО-ЗАПАДА П-ВА ЯМАЛ (БИОСТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОФАЦИИ) Е.Б. Пещевицкая, Б.Л. Никитенко	418
СОПОСТАВЛЕНИЕ ФАЗ РАЗВИТИЯ ГАМЕТОФИТА И СТАДИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СПОРОДЕРМЫ ПЫЛЬЦЕВОГО ЗЕРНА С.В. Полевова	423
ЗНАЧЕНИЕ АЭРОЗОЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В ОБРАЗОВАНИИ ОСАДКОВ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ С.А. Сафарова	427
БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЗРЕЗАХ РОВНЕНСКО-СЫРСКОЙ МУЛЬДЫ БАЛАХТИНСКОГО ПРОГИБА ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ (КАНСКО-АЧИНСКИЙ БАССЕЙН, ЮГ СРЕДНЕЙ СИБИРИ) И.В. Смокотина	429
ПАЛИНОМОРФЫ В ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДОЛИНЫ ГРЕНДАЛЕН (О. ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН) Д.А. Соловьева, Л.А. Савельева, С.Р. Веркулич, Э.П. Зазовская	433
ЗОНАЛЬНЫЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ РАЗНОФАЦИАЛЬНЫХ КОСЬВИНСКО-ТУЛЬСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО (ПЕРМСКОЕ ПРИКАМЬЕ) И ТИМАНО-ПЕЧОРСКОГО СУБРЕГИОНОВ Т.В. С тукова	436
ВЕБСАЙТ И БАЗА ДАННЫХ ПО НЕПЫЛЬЦЕВЫМ ПАЛИНОМОРФАМ: ПРОБЛЕМАТИКА И РЕАЛИЗАЦИЯ Л.С. Шумиловских, Е.С. Шумиловских	439
ДИАТОМОВЫЕ	
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРОСЛЯМ ИЗ РАЗРЕЗА МОРСКОГО КАЙНОЗОЯ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ В БУХТЕ КВАЧИНА А.Ю. Г ладенков	444
НОВЫЕ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О СРЕДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ С.В. Демидова, Т.Б. Ры лова	448
ПРИМЕНЕНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДИАТОМОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР УРАЛА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ОЗЕРА СЫРЫТКУЛЬ (ЮЖНЫЙ УРАЛ) В ГОЛОЦЕНЕ А В. М АСЛЕННИКОРА	453
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ЦИСТ ДИНОФЛАГЕЛЛАТ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО И ЧУКОТСКОГО МОРЕЙ М.С. Обрезкова, В.Ю. П оспелова	458
ПРОБЛЕМЫ ЗОНАЛЬНОЙ ДИАТОМОВОЙ СТРАТИГРАФИИ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОРОНЕЖСКО-ПРИДОНЕЦКОГО РЕГИОНА Т.В. О решкина	463

МИКРОБИОТА И ПАЛЕООБСТАНОВКИ ТУРТАССКОГО ПАЛЕОБАССЕЙНА, ПОЗДНИЙ ОЛИГОЦЕН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ Т.В. О решкина, Г.Н. А лександрова 466
ДИАТОМЕИ В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОСАДКАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ И ШЕЛЬФА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ КАК ИНДИКАТОРЫ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Е.И. Штыркова, Е.И. Полякова
РАЗНОЕ
ДРЕВНЕЙШИЕ (AR-PR ₁) МИКРОФОССИЛИИ: МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ М.М. Астафьева
АНОМАЛЬНО КРУПНЫЕ АКАНТОМОРФНЫЕ АКРИТАРХИ ВЕНДА СИБИРИ И ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ Н.Г. Воробьева, В.Н. С ергеев
МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ В ПОСТРОЕНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ (УСПЕХИ, ТРУДНОСТИ, ПЕРСПЕКТИВЫ) Ю.Б. Гладенков
ОПОРНЫЕ РАЗРЕЗЫ НЕОГЕНА ТАМАНСКОГО ПРОГИБА И ПРЕДКАВКАЗЬЯ: УТОЧНЕНИЕ ВОЗРАСТА И ГРАНИЦ РЕГИОЯРУСОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ НАННОПЛАНКТОНА Л.А. Головина
ПРОБЛЕМЫ МОРФОЛОГИИ И СИСТЕМАТИКИ В БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПАЛЕОНТОЛОГИИ Е.А. Ж егалло
МИКРООРНАМЕНТАЦИЯ И ЯВЛЕНИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ДЕВОНСКИХ СКОЛЕКОДОНТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ Кулашова Т.А
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОВСКОЙ МИКРО- И НАНОТОМОГРАФИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЕНД-НИЖНЕКЕМБРИЙСКИХ ИСКОПАЕМЫХ ОРГАНИЗМОВ А.М. Кульков, Ю.В. Плоткина, Е.Ю. Голубкова
КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФОССИЛИЙ НА ПРИМЕРЕ СТРОМАТОЛИТОВ ЧЕНЧЕНСКОЙ СВИТЫ ВЕНДА СРЕДНЕЙ СИБИРИ Т.В. Литвинова, В.Н. С ергеев
БИОГЕННЫЕ СТРУКТУРЫ В СИЛУРИЙСКИХ СТРОМАТОЛИТАХ (ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКИЙ РЕГИОН) В.А. Матвеев
ФАЦИАЛЬНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОСТЕННЫХ И ОКРЕМНЕННЫХ МИКРОБИОТ РАННЕБИЛЛЯХСКОГО БАССЕЙНА: НИЖНИЙ РИФЕЙ АНАБАРСКОГО ПОДНЯТИЯ СИБИРИ П.Ю. Петров, М. Шарма, Н.Г. Воробьева, В.Н. С ергеев

НЕИЗВЕСТНЫЕ БЕНТОСНЫЕ МОРФОТИПЫ, АККУМУЛИРУЮЩИЕСЯ	
В ГРУНТАХ БАТИАЛИ ЧЕРНОГО МОРЯ: ЯВЛЯЮТСЯ ЛИ АЭРОЗОЛИ ИХ ИСТОЧНИКОМ?	
Н.Г. СЕРГЕЕВА, Л.Л. СМИРНОВА	
ПОСМЕРТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В РАКОВИНАХ	
ЛРЕВНЕЙШИХ ФОСФАТНЫХ БРАХИОПОЛ И РОЛЬ	
В НИХ МИКРООРГАНИЗМОВ	
Г.Т. Ушатинская	
ЭФИППИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ	
(CLADOCERA: CRUSTACEA): ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ	
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПАЛЕООЗЕРА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ	
ЛЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОЛОЦЕНА	
Л.А. ФРОЛОВА	536
МИКРОСТРУКТУРА И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ	
СОСТАВА КОСТНОЙ ТКАНИ ПАРЕЙАЗАВРА DELTAVJATIA VJATKENSIS	
(HARTMANN-WEINBERG 1937)	
О.П. Шиловский, Л.В. Киселева, М.В. Зайнева, Е.А. Панкрушина	
······································	
БИОТИЧЕСКОЕ СОБЫТИЕ GOBE В РАЗРЕЗАХ ОРЛОВИКА ЮЖНОГО УРАЛА	
РР Якупов	546