

УДК 563.14:551.761+7633

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БОРЕАЛЬНЫХ РАДИОЛЯРИЙ ТРИАСА И ПОЗДНЕГО МЕЛА (СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ)

© 2013 г. Н. Ю. Брагин, Л. Г. Брагина

*Геологический институт РАН*

*e-mail: bragin.n@mail.ru*

Поступила в редакцию 03.04.2012 г.

Принята к печати 18.04.2012 г.

При сравнении бореальных комплексов радиолярий триаса и позднего мела установлены значительные различия их морфотипического состава. Так, в триасовых комплексах преобладают сферические морфотипы, в том числе пилонесущие рода *Glomeropyle*, а в позднемеловых – прунонидные морфотипы без полярных игл (роды *Prunobrachium* и *Amphibrachium*). Сделан вывод о том, что в ходе эволюции высокоширотные комплексы радиолярий значительно изменялись как таксономически, так и морфологически. Поэтому невозможно определить единые морфологические и таксономические признаки, характерные для бореальных комплексов всего мезозоя. Особенности бореальных комплексов радиолярий уникальны для каждой геологической эпохи.

DOI: 10.7868/S0031031X13040065

### ВВЕДЕНИЕ

Интерес к радиоляриям как показателям палеосреды возник давно. Огромное разнообразие форм радиолярий многими специалистами связывалось с адаптивными приспособлениями этой группы: к глубинам обитания, или близостью к побережью, к различному гидродинамическому режиму вод, наконец, к палеотемпературному режиму. Очень привлекательной представлялась идея о возможности реконструкции ряда факторов палеосреды на основе изучения морфологических особенностей радиолярий и таксономических особенностей их комплексов. Большой интерес привлекают радиолярии высокоширотных бассейнов мезозоя: данные по ним ценны как для проблемы бореально-тетической корреляции, так и для вопросов палеобиогеографии мезозоя. Однако вплоть до настоящего времени такие работы по изучению морфологических особенностей бореальных радиолярий мезозоя было трудно осуществить вследствие неполноты наших знаний. Лишь в последние годы появились данные, позволяющие начать детальный анализ бореальных комплексов радиолярий с целью выявить их основные свойства, сходства и различия и оценить перспективность использования различных характеристик комплексов как показателей условий палеосреды.

Различия комплексов радиолярий разных широт проявляются, прежде всего, в таксономическом составе этих комплексов на уровне родов и видов. В самом общем виде, чем выше широта обитания исследуемого комплекса, тем ниже его таксономическое разнообразие (если устранить

дополнительные факторы, вроде морских течений, усложняющих картину распространения фауны). Более того, обнаруживается, что многие таксоны, в том числе надвидовые (роды, семейства), не проникают в пределы высокоширотных областей и встречаются только в составе низкоширотных, или тропических ассоциаций. Например, позднемеловые представители семейства *Pantaneliidae* Pessagno широко распространены только в низкоширотных областях, а также заходят в южнобореальные и нотальные области, но в северобореальных районах они единичны (Pessagno et al., 1987; Kiessling, 1999; Вишневецкая, 2001). Иногда отмечаются не только качественные, но и количественные различия. Так, в составе кайнозойских высокоширотных комплексов нередко количественная доминация одного – двух видов или родов (Кругликова, 1981). Впоследствии аналогичное явление было установлено и для мезозойских высокоширотных комплексов (Bragin, 1997). Такими доминантами обычно становятся типично высокоширотные таксоны (например, триасовый род *Glomeropyle* Aita et Bragin), и именно они используются как индикаторы палеосреды (Aita, Bragin, 1999; Bragin, 2011).

Таксономический состав комплекса на уровне родов и видов представляется достаточно ясным и надежным критерием, позволяющим судить о палеоклиматической принадлежности комплекса. Однако такой критерий может быть применен только тогда, когда достоверно известны типично низкоширотные и типично высокоширотные комплексы радиолярий данного временного интервала, причем эти комплексы должны быть

изучены по материалу достаточно хорошей сохранности. Временной интервал должен быть достаточно узким (по меньшей мере, не больше эпохи), так как виды и роды радиолярий нередко имеют узкое стратиграфическое распространение. Конечно, в настоящее время состояние изученности не столь благоприятно. В мезозое есть немало интервалов, где не только нет достоверных данных по бореальным комплексам радиолярий, но даже тетические комплексы еще недостаточно изучены. Возникает желание узнать — нельзя ли применить какой-либо иной критерий, который бы действовал более универсально?

Здесь возможны два внешне близких подхода. Один заключается в исследовании соотношений высоких таксонов (отряд, семейство) в составе комплекса, другой — в исследовании соотношений между морфотипами радиолярий, присутствующими в данном комплексе. Попытки использования этих подходов известны давно, применяются они и сейчас. Для палеореконструкций в настоящее время нередко используются данные по морфотипам радиолярий, которые иногда прямо сопоставляются с таксонами уровня семейств и надсемейств (Маринов и др., 2008). Такое отождествление понятий “высокий таксон” и “морфотип” у радиолярий не случайно. Наиболее ранняя классификация радиолярий опиралась на показатели внешнего облика скелета, отсюда и характерные названия подотрядов (напр., *Sphaerellaria* Haeckel) и семейств (такие, как *Sponguridae* Haeckel, *Spongodiscidae* Haeckel) в классификации Э. Геккеля (Haeckel, 1862, 1881, 1882). Поэтому необходимо напомнить, что в современных схемах классификации радиолярий в составе одного высокого таксона могут встречаться разные морфотипы. Так, например, виды рода *Holocryptocanium* Dumitrica (отряд *Nassellaria* Ehrenberg) следует относить к сфероидному морфотипу, а представителей рода *Saturniforma* Pessagno (отряд *Nassellaria*) можно считать разновидностью дискоидного морфотипа. Следовательно, понятия “высокий таксон” и “морфотип” целесообразно разграничить.

Необходимо учитывать также и недостаточную разработанность классификации мезозойских радиолярий в целом, значительную неполноту изученности, особенно мезозойских бореальных радиолярий. Известно, что представители отряда *Entactinaria* Kozur et Mostler (спикулонесущие) широко распространены в триасе. В настоящее время установлено присутствие спикулонесущих и в позднем мелу (Dumitrica, 1994; Bragina, 1999). В результате недавних исследований установлено, что позднемеловые представители отряда *Entactinaria* были распространены как в тропической, так и в бореальной области (Брагина, 2013). Следует особо отметить, что в составе ныне исследуемых бореальных комплексов радиоля-

рий триаса и юры столь много новых таксонов, что среди изучаемых видов преобладают новые. Более того, кроме новых видов в бореальных комплексах встречаются новые роды и даже семейства, играющие заметную роль в составе именно высокоширотных фаун. В силу всего сказанного целесообразно использовать в анализе известных бореальных комплексов радиолярий именно морфотипы.

Каковы же основные морфотипы радиолярий мезозоя? Надо признать, что за последние десятилетия, несмотря на описание большого количества новых таксонов, представления о морфотипах радиолярий практически не претерпели изменений. Это хорошо видно, если обратиться к описанию морфотипов, которое дал А.И. Жамойда (1972). Он считает, что все разнообразие форм радиолярий может быть разделено на четыре основные группы: сферические, прунOIDные (эллипсоидные), дискоидные и циртоидные (конические). В составе каждого из этих четырех типов есть ряд разновидностей. Так, среди сферических форм могут быть выделены сферы с пилломом (устьем, обрамленным трубкой), примером их могут служить триасовые представители рода *Glomeropyle* Aita et Bragin. Среди прунOIDных форм значительное место занимают эллипсоидные конструкции с двумя иглами, имеющими полярное расположение (роды *Pseudostylosphaera* Kozur et Mostler и *Archaeospongoprimum* Pessagno), но кроме них многочисленны прунOIDы, не обладающие такими иглами, например, меловые роды *Amphibrachium* Hertwig и *Prunobrachium* Kozlova (Козлова, Горбовец, 1966). Среди дискоидных форм выделяются ставраксонные морфотипы, обладающие скелетными выростами, расположенными в одном плане (совпадающем с плоскостью симметрии раковины), такие, как роды *Paronaella* Pessagno и *Crucella* Pessagno, но весьма обычны и более простые формы с дискоидной раковиной без выростов (*Orbiculiforma* Pessagno). В процессе сравнительного анализа необходимо будет уделить внимание как основным морфотипам, так и их вариациям.

#### ОБЗОР ХАРАКТЕРНЫХ БОРЕАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАДИОЛЯРИЙ ТРИАСА И ПОЗДНЕГО МЕЛА

Для данного анализа первостепенное значение имеют достоверно бореальные комплексы радиолярий триаса и позднего мела. Эти временные интервалы близки друг к другу по протяженности, в то же время они не являются смежными. Необходимо отметить также и то, что оба избранных интервала времени характеризуются так называемой теплой биосферой (Чумаков, 1995), развивавшейся в условиях отсутствия оледенения полярных областей. В качестве типичных высо-

коширотных выбраны триасовые комплексы радиолярий Омолонского массива (Брагин, Егоров, 2001) и острова Котельный (Bragin, 2011). Наиболее характерные высокоширотные комплексы радиолярий позднего мела известны на Западно-Сибирской плите (Козлова, Горбовец, 1966), на Северном Приуралье (Амон, 2000) и на восточном склоне Северного Урала (Саркисова, 2005). Весьма близки к ним и некоторые комплексы поздне меловых (сантонских и кампанских) радиолярий Среднего Поволжья (Брагина и др., 1999; Брагина, Брагин, 2004; Олферьев и др., 2004, 2007). Все рассматриваемые комплексы встречаются совместно с другими фоссилиями, обеспечивающими точную стратиграфическую привязку.

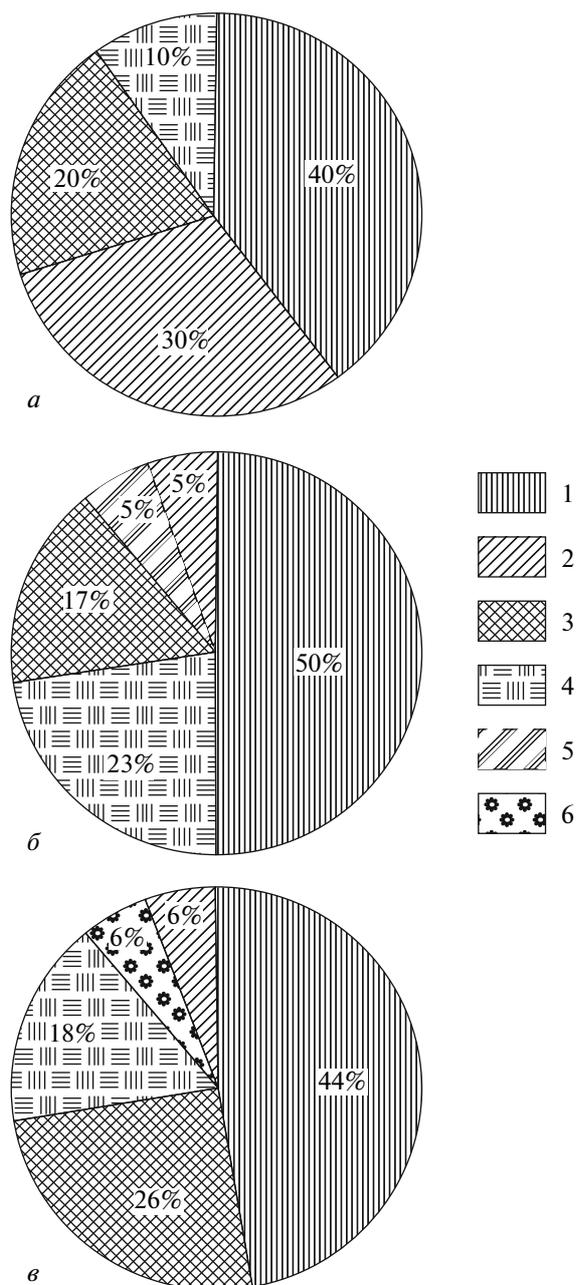
Для среднего триаса наиболее полно изученным является комплекс, обнаруженный в разрезе Джугаджак Омолонского массива и датируемый поздним латином по совместному нахождению с аммоноидеями и двустворчатыми моллюсками (Брагин, Егоров, 2001). В составе комплекса насчитывается 18 видов (включая те, что определены в открытой номенклатуре). Половину видового состава комплекса составляют сферические морфотипы, представленные как простыми сферами, так и сферическими пиломонесущими формами (*Glomeropyle boreale* Bragin, *Archaeocenosphera* sp., *Entactinia* sp., *Hozmadia* (?) sp., *Parentactinia pygnax* Dumitrica, *Parentactinia* sp. cf. *P. inerme* Dumitrica, *Praenanina* sp., *Poulpus* sp., и *Spongodiscoidea* gen. indet. (губчатые сферы неясного систематического положения)). К циртоидному морфотипу относятся четыре вида, среди которых есть и формы с немногими камерами — *Laxtorum* (?) sp., *Pachus* (?) sp., *Silicarmiger costatus costatus* Dumitrica, Kozur et Mostler, *Silicarmiger* sp. cf. *S. latus* Kozur et Mostler. Три вида относятся к прунOIDному морфотипу, точнее, к его разновидности с полярными главными иглами — *Hindeosphaera* sp. ex gr. *H. spinulosa* (Nakaseko et Nishimura), *Pseudostylosphaera* sp., *Spongopallium* aff. *S. koppi* (Lahm). Один вид комплекса *Ferresium* (?) sp. является простым дискоидом. В комплексе присутствует субдискоид *Stauracontium* (?) sp. (морфотип, промежуточный между сферическим и дискоидным), отличающийся от простых дискоидов наличием игл, расположенных в экваториальной плоскости раковины.

В настоящее время известен еще один поздне-латинский комплекс, недавно обнаруженный на острове Котельный (Bragin, 2011). Здесь известно десять видов, из которых большинство принадлежит к сферическому морфотипу (*Triassospongosphaera multispinosa* (Kozur et Mostler) (табл. I, фиг. 1, см. вклейку), *Sarla cincinnata* Bragin, *S. obscura* Bragin, *S. prava* Bragin). Три вида (*Muelleritortis firma* (Gorican), *M. kotelnyensis* Bragin, *Tiborella nivea* Bragin) являются субдискоидами с иг-

лами, имеющими экваториальное расположение. Два вида (*Pseudostylosphaera goestlingensis* (Kozur et Mostler) и *P. omolonica* Bragin) принадлежат к разновидности прунOIDного морфотипа с полярными главными иглами. Один вид — *Eoparoga stiriaca* Bragin — циртоидный с малым количеством камер.

Если обратиться к материалу по верхнему триасу, то наиболее показателен богатый комплекс из верхнего карния острова Котельный (Bragin, 2011), включающий 34 вида. Почти половина этого комплекса (15 видов) представлена разновидностями сферического морфотипа (*Kahlerosphaera acris* Bragin, *K. aspinosa* Kozur et Mock, *K. fuscina* Bragin, *K. retunsa* Bragin (табл. II, фиг. 6, см. вклейку), *K. unca* Bragin, *Capnuchosphaera angusta* Bragin, *C. kuzmichevi* Bragin (табл. II, фиг. 7), *C. triassica* De Wever, *Sarla aequipeda* Bragin, *S. compressa* Bragin (табл. I, фиг. 2), *S. intorta* Bragin, *Betraccium irregulare* Bragin, *B. kotelnyensis* Bragin (табл. I, фиг. 3), *Zhamojdasphaera epipeda* Bragin, *Z. proceruspinosa* Kozur et Mostler, *Vinassaspongus subsphaericus* Kozur et Mostler). На втором месте по значению (9 видов) в этом комплексе находятся прунOIDные формы с полярными главными иглами (*Pseudostylosphaera gelida* Bragin (табл. II, фиг. 5), *P. glabella* Bragin, *P. gracilis* Kozur et Mock, *P. voluta* Bragin, *Spongortilispinus carnicus* Kozur et Mostler, *S. subtilis* Bragin (табл. II, фиг. 4), *Dumitricasphaera aberrata* Bragin, *D. arbustiva* Bragin, *D. simplex* Tekin (табл. II, фиг. 3). Семь видов — циртоидные населлярии (*Annulotriassocampe baldii* (Kozur), *Canoptum zetangense* Wang et Yang, *Droltus gelidus* Bragin (табл. II, фиг. 9), *D. niveus* Bragin, *Planispinocyrtilis kotelnyensis* Bragin (табл. II, фиг. 8), *Syringocapsa turgida* Blome, *Whalenella speciosa* (Blome)). Два вида — *Paronaella aquilonia* Bragin и *P. concreta* Bragin (табл. I, фиг. 8) — являются дискоидами со ставраксонными выростами. К субдискоидному типу с экваториальными иглами относятся еще два вида — *Palaeosaturnalis triassicus* Kozur et Mostler и *Tetraspongodiscus cincinnalis* Bragin (табл. I, фиг. 4). Представители рода *Tetraspongodiscus* известны и из более древних отложений: в нижнем карнии (*Tetraspongodiscus uncatus* Bragin; табл. I, фиг. 5) и в верхнем анизии (*Tetraspongodiscus borealis* Bragin; табл. I, фиг. 6). Крайне редкие сатурналиды также известны из нижнего карния (*Stauracanthocircus folium* Bragin; табл. I, фиг. 7).

Можно заметить, что по разным бореальным комплексам триаса получают сходные результаты (рис. 1). Во всех трех комплексах отчетливо доминируют сферические формы (от 40 до 50% видового состава). ПрунOIDные формы с полярными иглами постоянно присутствуют и насчитывают от 17 до 26% видового состава. Постоянно и присутствие циртоидных населлярий — от 10 до 23% видового состава. Эти три группы наибо-



**Рис. 1.** Морфотипический состав комплексов борельных радиолярий триаса. *a* – верхний ладин, остров Котельный (Брагин, 2011); *б* – верхний ладин, Омолонский массив (Брагин, Егоров, 2001); *в* – верхний карний, остров Котельный (Брагин, 2011); морфотипы: 1 – сферический; 2 – субдискоидный; 3 – пруноидный с полярными иглами; 4 – циртоидный; 5 – дискоидный; 6 – дискоидный ставраксонный.

лее заметны. В комплексе верхнего ладина острова Котельный субдискоидные формы с экваториально расположенными главными иглами насчитывают до 30% видового состава, но это единственное исключение. Обычно эта группа представлена немногими видами (5–6% общего видового состава).

Простые дискоидные формы, а также ставраксонно-дискоидные, присутствуют не во всех комплексах, а если встречаются, то не превышают 5–6% общего видового состава.

Для проведения аналогичного анализа по поздне меловым радиоляриям были выбраны следующие комплексы: нижнего кампана бассейна р. Усы (Северное Приуралье) (Амон, 2000), леплинской свиты кампана-маастрихта восточного склона Северного Урала (Саркисова, 2005) и ардымской свиты кампана Среднего Поволжья (Олферьев и др., 2007). Два первых комплекса происходят из высокоширотной области, комплекс из Среднего Поволжья интерпретируется как холодноводный (Олферьев и др., 2007; Вишневская, 2011). Комплексы радиолярий верхнего мела Северо-Востока и Дальнего Востока России могут существенно отличаться по составу, например, характеризоваться значительным преобладанием циртоидных населлярий и ставраксонных форм, как, например, комплекс кампана-маастрихта хребта Майни-Какыйнэ (Брагина, Витухин, 1997). Эти особенности таксономического состава могут быть связаны с различными причинами: с избирательной сохранностью радиолярий в кремнистых породах, с возможным развитием в этих районах зон конвергентных течений и экотонных. Поэтому данные комплексы (Брагина, 1991; Брагина, Витухин, 1997; Вишневская, 2001) представляются более сложными для анализа.

В составе раннекампанского комплекса Северного Приуралья (Амон, 2000) – 37 видов, из которых шесть видов – сферы, включая населлярии, имеющие субсферическую раковину (*Actinomma douglasi* Pessagno, *Cenosphaera minor* Lipman, *Cenosphaera* sp., *Praeconocaryomma clivosa* (Lipman), *Praeconocaryomma* sp., *Sethocapsa cetia* Foreman). К простым дискоидам относятся семь видов: *Orbiculiforma volgensis* (Lipman), *Orbiculiforma* sp., *Patellula verteroensis* (Pessagno), *Patellula* sp., *Porodiscus cretaceous* Campbell et Clark, *Porodiscus vulgaris* Lipman, P. sp. Пруноиды с полярными иглами представлены всего двумя видами (*Archaeospongoprunum salumi* Pessagno, *Archaeospongoprunum* sp.), но пруноидные формы без игл (включая населлярии, имеющие близкую к пруноидной форму раковины) насчитывают десять видов: *Phaseliforma concentrica* (Lipman), P. cf. *P. meganoensis* Pessagno, *Phaseliforma* sp., *Prunobrachium articulatum* (Lipman), P. cf. *P. incisum* Kozlova, P. cf. *P. crassum* (Lipman), P. cf. *P. longum* Pessagno, *Prunobrachium* sp., *Novodiacanthocapsa* cf. *N. manifesta* (Foreman), *Rhopalosyringium magnificum* Campbell et Clark. Циртоидные населлярии представлены семью видами: *Amphipyndax stocki* (Campbell et Clark), A. cf. *A. enesseffi* Foreman, *Diccytomitra multicostata* Zittel, *D. striata* Lipman, *Dic-*

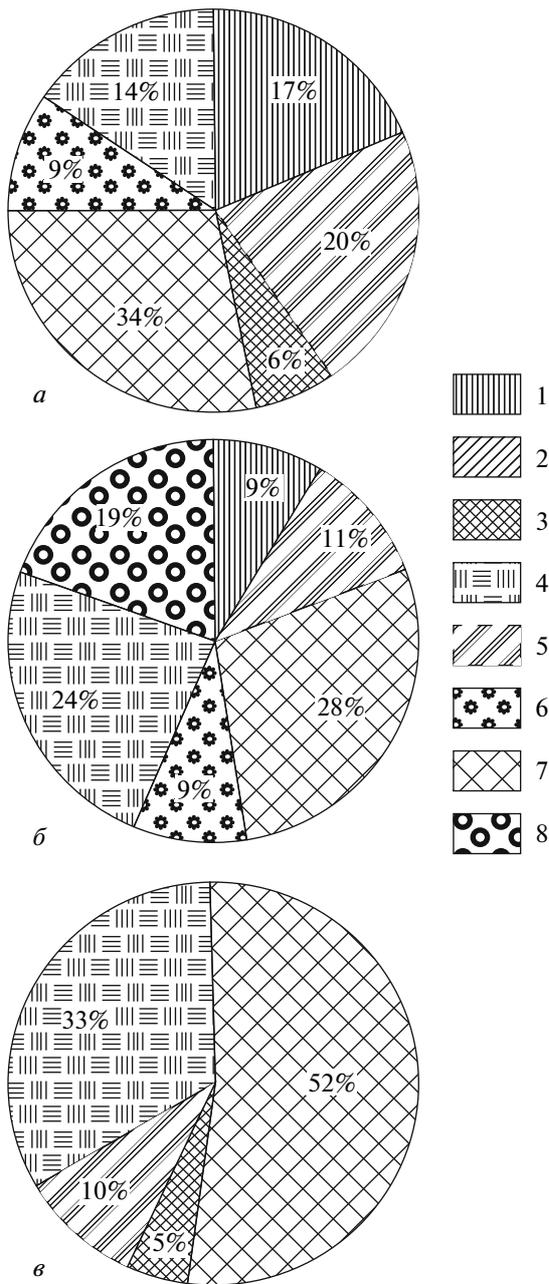
tyomitra sp., Lithostrobos rostovzevi Lipman, Lithostrobos sp.

Комплекс кампана-маастрихта восточного склона Северного Урала (скв. 22, район пос. Усть-Манья), характеризующий слои с *Prunobrachium crassum*–*Tripodiscinus*, наиболее богат и насчитывает 46 видов (Саркисова, 2005). Следует особо отметить стратиграфическое значение прунOIDных форм в высокоширотных комплексах радиолярий кампана–маастрихта. Так, вид *Prunobrachium crassum* (Lipman) многократно использовался при расчленении верхнемеловых отложений Урала (Амон, 2000), Западно-Сибирской плиты (Козлова, Горбовец, 1966), Среднего Поволжья (Олферьев и др., 2007). Поэтому не случайно избрание вида *Prunobrachium crassum* (Lipman) одним из видов-индексов для слоев кампана–маастрихта восточного склона Северного Урала (скв. 22, р-н пос. Усть-Манья) (Саркисова, 2005). Необходимо отметить, что радиолярии из этого же возрастного интервала ранее изучались Г.Э. Козловой (Козлова, Горбовец, 1966), поэтому нами учтены данные обеих работ.

Сферические морфотипы в комплексе, характеризующем слои с *Prunobrachium crassum*–*Tripodiscinus*, представлены четырьмя видами, включая населлярии (*Hexacantium jorgenseni* Kozlova, *Stichocapsa ingens* (Tan Sin Hok), *Stylosphaera pusilla* (Campbell et Clark), *Tricolocapsa ovalis* (Tan Sin Hok)). Простые дискоидные формы насчитывают пять видов (*Orbiculiforma impressa* (Lipman), *O. renillaeformis* (Campbell et Clark), *Enneaphormis clathrata* (Kozlova), *Spongocyclia* sp., *Spongotrochus radiatus* (Lipman)). В комплексе многочисленны дискоидные формы со ставраксонными выростами, представленные пятью видами, отнесенными к сем. *Porodiscidae* Haeckel (*Histiastrum membriferum* Lipman, *H. tetracantum* Lipman, *Pentinastrum subbotinae* Lipman, *Septinastrum dogeli* Gorbovetz) и *Hagiastridae* Riedel (*Crucella aster* (Lipman)) (Козлова, Горбовец, 1966). Пруноидные формы без игл в комплексе кампана-маастрихта Северного Урала наиболее разнообразны и насчитывают 12 видов, из которых семь видов – спумеллярии (*Amphibrachium ornatum* (Lipman), *A. concentricum* (Lipman), *A. mucronatum* Lipman, *Cromyodruppa concentrica* Lipman, *Prunobrachium articulatum* (Lipman), *P. crassum* (Lipman), *Spongurus?* sp.), а пять видов (*Diacanthocapsa foveata* Kozlova, *D. rotunda* Kozlova, *D. sp.*, *Dictyoprora lispa* (Foreman), *D. aff. D. arceolus* (Haeckel)) – населлярии. Многочисленны в комплексе и циртоидные населлярии, которые представлены 11 видами (*Amphipyndax stocki* (Campbell et Clark), *Clathrocyclas* sp., *Dictyomitra andersoni* (Campbell et Clark), *D. multicostata* Zittel, *D. nodosa* Kozlova, *Diplocyclas* sp., *Lithocampe granulata* Petrushevskaya, *Lithomitra formosa* (Campbell et Clark), *Stichomitra*

*livermorensis* (Campbell et Clark), *Stichomitra* aff. *S. alamedaensis* (Campbell et Clark), *Stichomitra* sp. A). Циртоидный тип представлен видом *Lithostrobos rostovzevi* Lipman. В составе комплекса часто встречаются населлярии, которых сложно отнести к какому-либо из перечислявшихся морфотипов: *Artostrobiidae* gen. et sp. indet., *Bothryometra heros* (Clark et Campbell), *Immersothorax sphaerocephala* (Rust), *Lophophaena apiculata* Ehrenberg, *Mylocercion echtus* (Empson-Morin), *Spongomelissa* sp., *Stichopilium* sp. A., *Theocoronium* sp., *Tripodiscinus* sp. Это еще девять видов (рис. 2).

Комплекс радиолярий ардымской свиты кампана Среднего Поволжья (Олферьев и др., 2007) насчитывает 21 вид. В его составе явно преобладают (11 видов) прунOIDные формы, не имеющие полярных игл: *Amphibrachium mucronatum* Lipman, *Phaseliforma* sp. cf. *P. carinata* Pessagno, *P. meganosensis* Pessagno, *P. concentrica* (Lipman), *Prunobrachium ornatum* (Lipman), *P. angustum* (Lipman), *P. crassum* (Lipman), *P. sibiricum* (Lipman), *P. spongiosum* (Lipman), *P. incisum* Kozlova, *P. longum* Pessagno. Необходимо отметить присутствие в составе комплекса единственного прунOIDа с полярными иглами: *Archaeospongoprunum salumi* Pessagno. Циртоидные населлярии кампана Среднего Поволжья составляют семь видов: *Amphipyndax stocki* (Campbell et Clark), *Dictyomitra multicostata* Zittel, *Schaumellus aufragendus* Empson-Morin, *Stichomitra campi* (Campbell et Clark), *S. livermorensis* (Campbell et Clark), *S. manifesta* Foreman, *Xitus asymbatos* (Foreman). Кроме циртоидных форм, в составе комплекса присутствуют простые дискоиды (*Orbiculiforma impressa* (Lipman), *O. australis* Pessagno). Итак, обилие прунOIDов в комплексе кампана Среднего Поволжья указывает на формирование этого комплекса в условиях холодноводного бассейна. Следует отметить, что многие из прунOIDов, характерных для кампана Западно-Сибирской плиты (Козлова, Горбовец, 1966), были впервые описаны из отложений верхнего мела Русской плиты (Липман, 1952). Необходимо заметить, что и многие из дискоидов, обычных для кампана Западно-Сибирской плиты, встречаются не только в высоких, но и в умеренных широтах. Так, на территории Русской плиты, в Подмосковье (Брагина, 1994), можно в отложениях сантона–кампана наблюдать многочисленных простых дискоидов (например, *Porodiscus cretaceus* Campbell et Clark (рис. 3, а)). В разрезах сантона–кампана Подмосковья довольно обычны сложные дискоиды, например: 4-лучевые представители рода *Crucella* Pessagno, 5-лучевые (*Pentinastrum subbotinae* Lipman (рис. 3, u)), а также также 6- и даже 7-лучевые морфотипы (например, *Septinastrum dogeli* Gorbovetz (рис. 3, к)), столь характерные для кампана Западно-Сибирской плиты.

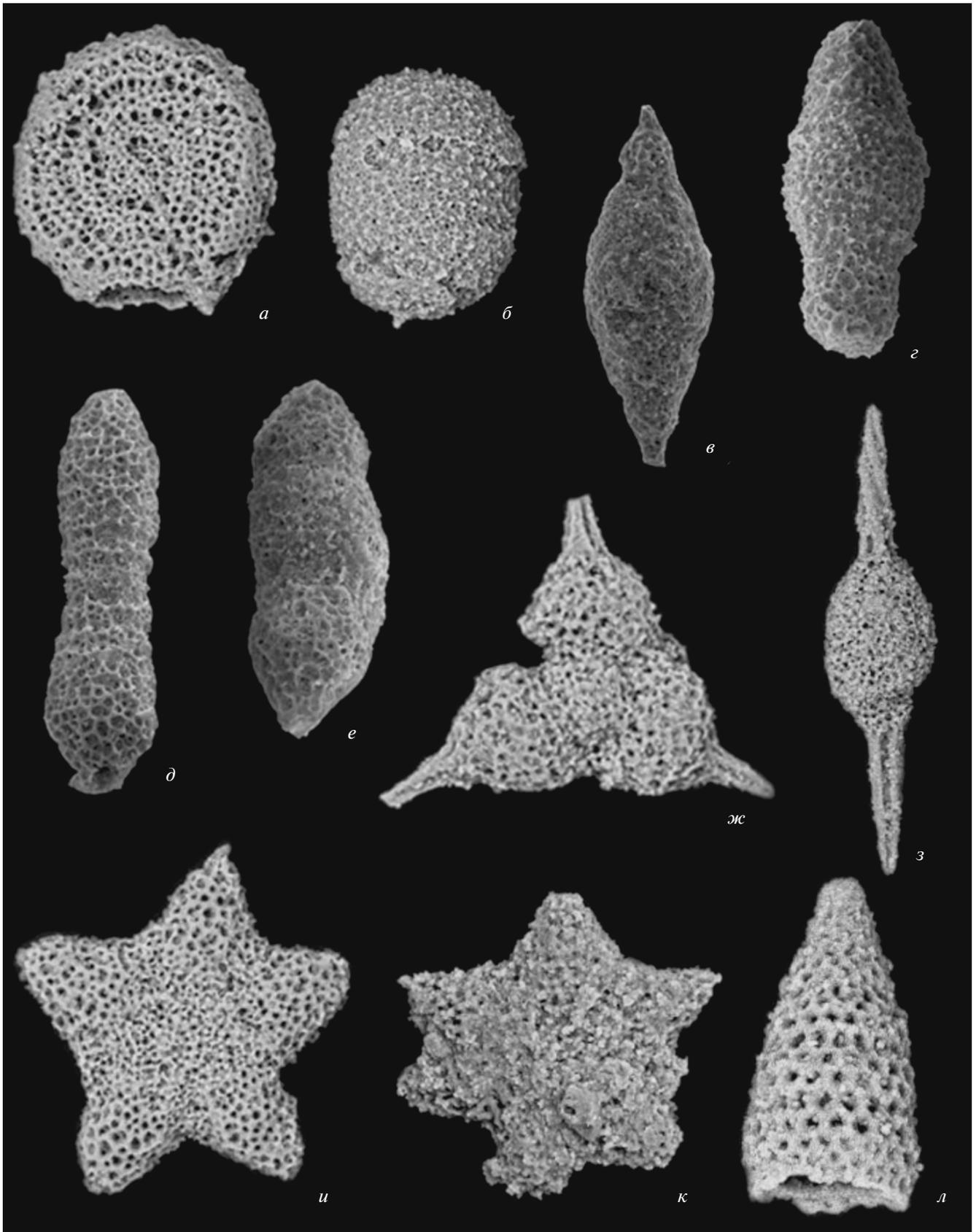


**Рис. 2.** Морфотипический состав комплексов бореальных радиоларий позднего мела: *a* – нижний кампан р. Усы, Северное Предуралье (Амон, 2000); *б* – леплинская свита, кампан-нижний маастрихт восточного склона Северного Урала (Саркисова, 2005); *в* – ардымская свита, кампан Среднего Поволжья (Олферьев и др., 2007); морфотипы: 1 – сферический; 2 – субдискоидный; 3 – пруноидный с полярными иглами; 4 – циртоидный; 5 – дискоидный; 6 – дискоидный ставраксонный; 7 – пруноидный без игл (включая населлярии); 8 – мелкие моноциртоидные населлярии.

Напротив, столь распространенные в разрезах сантона–кампана Подмосковья сложные дискоиды, имеющие три луча, как представители родов *Paronaella* Pessagno и *Euchitonia* Ehrenberg (напр., *Euchitonia santonica* Lipman (рис. 3, *ж*)), более характерны для одновозрастных отложений Русской плиты, и в одновозрастных комплексах Западно-Сибирской плиты не встречены. В комплексах сантона–кампана Подмосковья, как и в области высоких широт, присутствуют пруноиды без игл (напр., *Cromyodruppa concentrica* Lipman (рис. 3, *б*)), и пруноиды с полярными иглами (*Archaeospongoprunum hueyi* Pessagno (рис. 3, *з*)). Среди циртоидных населлярий в ассоциациях сантона–кампана Подмосковья часто встречается вид *Amphipyndax stocki* (Campbell et Clark) (рис. 3, *л*), многочисленные представители которого известны и в высокоширотных комплексах позднего мела. Итак, в комплексах Подмосковья присутствуют многие виды, характерные для области высоких широт, но нет заметной доминанции и многообразия пруноидов. Именно пруноиды и есть характернейшие морфотипы кампана и маастрихта высокоширотных ассоциаций. Эта точка зрения поддерживается как зарубежными радиоларистами (Empson-Morin, 1984), так и отечественными специалистами (Амон, 2000, 2003; Вишневская, 2001, 2011).

При рассмотрении меловых комплексов видны их значительные морфологические отличия от триасовых (рис. 2). В триасе наиболее разнообразны сферические формы и пруноидный морфотип с полярными иглами. Напротив, в позднем мелу доминируют совершенно иные морфотипы. В составе бореальных комплексов позднего мела

**Рис. 3.** Радиоларии верхнего сантона–кампана Русской плиты и восточного склона Северного Урала: *a* – *Porodiscus cretaceous* Campbell et Clark, 1944, экз. ГИН, № 4575/1, ×180; *б* – *Cromyodruppa concentrica* Lipman, 1952, экз. ГИН, № 4575/2, ×170; *в* – *Prunobrachium articulatum* (Lipman, 1952), экз. ГИН, № Л 36, ×225; *г* – *Prunobrachium crassum* (Lipman, 1952), экз. ГИН, № 57-R 002, ×220; *д* – *Pseudobrachium gracile* Vishnevskaya, 2011, экз. ГИН, № 57-R 003, ×310; *е* – *Prunobrachium kozlovae* Vishnevskaya, 2011, ГИН, № 57-R 037, ×310; *ж* – *Euchitonia santonica* Lipman, 1952, экз. ГИН, № 4575/3, ×200; *з* – *Archaeospongoprunum hueyi* Pessagno, 1973, экз. ГИН, № 4575/4, ×250; *и* – *Pentinastrum subbotinae* Lipman, 1952, экз. ГИН, № 4575/5, ×180; *к* – *Septinastrum dogeli* Gorbovetz, 1966, экз. ГИН, № 4575/6, ×200; *л* – *Amphipyndax stocki* (Campbell et Clark, 1944), экз. ГИН, № 4575/7, ×220; *а, б, ж–л* – Русская плита, Подмосковье, Хотьково, скв. 2и, обр. 2и-8; верхний мел, верхний сантон–кампан, тентиковская свита; *в* – Саратовская обл., разрез Лысяя гора; верхний мел, кампан (фотоизображение приведено из: Вишневская, 2011, табл. I, фиг. 19); *г–е* – восточный склон Полярного Урала, район пос. Усть-Манья, скв. 22, глуб. 110–114 м, обр. 57; леплинская свита, верхний мел, кампан (фотоизображения приведены из: Вишневская, 2011, табл. I, фиг. 7, 10, 14).



значительно преобладают пруноиды без игл, составляющие в проанализированных комплексах от 28 до 52% от общего видового состава. Достаточно разнообразны циртоидные населлярии — их присутствие колеблется от 14 до 33%. Простые дискоиды в позднем мелу имеют подчиненное значение (10–20%). Сферические формы также не являются доминирующими — от 9 до 17%. Дискоидные ставраксонные формы (до 9% и более) часто могут быть в кампане весьма многочисленными (Козлова, Горбовец, 1966). Весьма редки пруноидные формы с полярными иглами (до 6%).

Таким образом, состав морфотипов триасовых и позднемеловых высокоширотных комплексов радиолярий существенно различается. В триасовых комплексах отчетливо преобладают сфероидные формы, с иглами и без них, причем есть типичные вообще для триаса формы со спиральными (роды *Carpuchosphaera* De Weyer (De Weyer et al., 1979) и *Sarla* Pessagno), полыми (род *Carpuchosphaera*) и лезвиеобразными (род *Zhamojdasphaera* Kozur et Mostler) иглами. Достаточно часты среди них формы, иглы которых имеют апофизы (*Kahlerosphaera* Kozur et Mostler). В комплексах среднего триаса и нижнего карния (Bragin, 2011) постоянно присутствует род *Glomeropyle*, характерный только для высокоширотных регионов и имеющий биполярное распространение (Aita, Bragin, 1999). Очень характерны представители этого рода из нижнего карния острова Котельный (*G. algidum* Bragin, табл. II, фиг. 1, *Glomeropyle cupneum* Bragin, табл. II, фиг. 2). Данные формы имеют субсферическую раковину с пилломом, могут обладать радиальными иглами. Другой богато представленной группой триасовых высокоширотных комплексов являются пруноидные формы с полярными иглами (роды *Pseudostylosphaera* Kozur et Mostler, *Spongortilispinus* Kozur et Mostler (Moix et al., 2007), *Spongopallium* Dumitrica, Kozur et Mostler, *Dumitricasphaera* Kozur et Mostler). Подобные формы весьма широко распространены и в низкоширотных регионах, поэтому единственным характерным только для высоких широт триаса родом является *Glomeropyle*, который может служить палеобиогеографическим индикатором.

Напротив, позднемеловые комплексы радиолярий высоких широт характеризуются преобладанием совершенно иных морфотипов. Здесь ведущее место принадлежит пруноидным морфотипам, не имеющим полярных игл. Это, прежде всего, представители семейства *Prunobrachidae* Pessagno (роды *Amphibrachium* Hertwig и *Prunobrachium* Kozlova), широко распространенные в верхнемеловых отложениях Восточно-Европейской платформы (Липман, 1952; Брагина и др., 1999; Вишневская, 2001; Олферьев и др., 2007), Северного Приуралья (Амон, 2000), восточного склона Полярного Урала (Саркисова, 2005; Вишневская, 2011), а также Западно-Сибирской пли-

ты (Козлова, Горбовец, 1966; Амон, 2000, 2003). В связи с особым значением пруноидов при диагностике высокоширотных ассоциаций, представляет значительный интерес переизучение представителей семейства *Prunobrachidae*, которое было сделано В.С. Вишневской (кампан, скв. 22, р-н пос. Усть-Манья, восточный склон Северного Урала). В результате Вишневская описала два новых рода, относящихся к семейству *Prunobrachidae*: *Pseudobrachium* *Vishnevskaya* (представлен двумя видами — *Ps. gracile* *Vishnevskaya* и *Ps. trilobatum* *Vishnevskaya*) и *Spino-brachium* *Vishnevskaya* (представлен видом *S. amoni* *Vishnevskaya*), а также описано два новых вида (*Prunobrachium* *kozlovae* *Vishnevskaya* и *P. boreale* *Vishnevskaya*), относящихся к роду *Prunobrachium* Kozlova (Вишневская, 2011) (рис. 3, в, з, е).

К настоящему времени представители позднемелового семейства *Prunobrachidae* известны только в умеренных и высоких широтах (Липман, 1952; Козлова, Горбовец, 1966; Pessagno, 1975; Амон, 2000; Саркисова 2005; Олферьев и др., 2007; Вишневская, 2011). В последние годы Э.О. Амон (2003) пришел к выводу, что семейство *Prunobrachidae* имеет биполярное распространение (Амон, 2003), так как оно известно в верхнемеловых комплексах Южной Пацифики (Pessagno, 1975) и Калифорнии (Pessagno, 1976). Но здесь надо сделать оговорку. Обнаружение представителей семейства *Prunobrachidae* в Калифорнии не позволяет считать ареал семейства разорванным. Такие ареалы, состоящие из двух сообщающихся между собой высокоширотных областей, не описаны в классификации ареалов радиолярий М.Г.Петрушевской (1986). Их развитие, вероятно, связано с системами конвергентных течений, развивавшихся в мезозое вдоль западного побережья Америки.

## ВЫВОДЫ

1. В составе триасовых высокоширотных комплексов обычны сферические морфотипы, часто представленные формами с иглами, имеющими апофизы (роды *Kahlerosphaera* и *Dumitricasphaera*), с полыми, часто спиральными иглами (род *Carpuchosphaera*), а также с лезвиеобразными иглами (род *Zhamojdasphaera*). В позднемеловых комплексах сферические морфотипы редки.

2. Среди триасовых сферических морфотипов заметное место принадлежит формам с пилломом (род *Glomeropyle*). Следует отметить, что род *Glomeropyle* имеет биполярное распространение. В составе позднемеловых комплексов пилломонесущие формы присутствуют (род *Spongopyle*), но имеют подчиненное значение.

3. В поздне триасовых (поздний карний—ранний норий) комплексах доминируют пруноидные формы с полярными главными иглами (роды *Pseudostylosphaera*, *Spongortilispinus*, *Spongopal-*

lium и Dumitricasphaera). Напротив, в поздне-меловых комплексах преобладают прунOIDные морфотипы без полярных игл (роды Amphibrachium и Prunobrachium).

3. Сатурналиды редки как в триасовых, так и в поздне-меловых бореальных комплексах.

4. В триасовых комплексах простые дискоидные формы представлены родом Tetraspongodiscus. В бореальном мелу простые дискоидные формы значительно разнообразнее, чем в триасе, и представлены многими родами (Orbiculiforma и Spongodiscus). В бореальном триасе ставраксонные дискоидные формы (род Paronaella) очень редки. В поздне-меловых комплексах ставраксонные дискоидные формы представлены родами Crucella Pessagno, Histiastrium Ehrenberg, Pentinastrium Haeckel и Septinastrium Gorbovetz.

5. Циртоидные населлярии с продольными гребнями очень редки в бореальном триасе (род Whalenella), но широко распространены в бореальных отложениях верхнего мела (род Dictyomitra). Населлярии циртоидного типа (Stichomitra) обычны как для триаса, так и для мела. В бореальных комплексах колоколообразные и сильноорнаментированные населлярии практически отсутствуют как в триасе, так и в мелу.

6. В течение долгой истории развития радиолярий высокоширотные комплексы претерпели значительные изменения. В силу этого в разные геологические эпохи в составе бореальных комплексов получали преобладание не только разные таксономические группы, но и разные морфотипы. Это означает, что не существует единых и общих морфологических признаков, которыми можно было бы охарактеризовать бореальные комплексы радиолярий мезозоя. Для каждой эпохи мезозоя бореальные комплексы радиолярий обладают различным морфологическим обликом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 09-05-00430 и 09-05-00342).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амон Э.О. Верхнемеловые радиолярии Урала. Екатеринбург: Ин-т геол. и геохимии УрО РАН, 2000. 209 с. (Матер. по стратиграфии и палеонтологии Урала. Вып. 5).

Амон Э.О. Некоторые закономерности глобального географического распространения поздне-меловых радиолярий рода Prunobrachium // Литосфера. 2003. № 4. С. 78–83.

Брагин Н.Ю., Егоров А.Ю. Средне- и поздне-триасовые радиолярии из разреза Джугаджак (Омолонский массив) // Стратигр. Геол. корреляция. 2001. Т. 8. № 4. С. 49–58.

Брагина Л.Г. Радиолярии в отложениях быстринской свиты сантона–кампана северо-западной Камчатки // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 7. С. 129–136.

Брагина Л.Г. Радиолярии и стратиграфия верхнемеловых отложений хотьковской серии Подмосковья // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1994. Т.69. Вып. 2. С. 91–100.

Брагина Л.Г. Поздне-меловые радиолярии родов Subostostylus Bragina и Hexacromyum Haeckel и их стратиграфическое и палеобиогеографическое распространение // Стратигр. Геол. корреляция. 2013. Т. 21. № 1. С. 74–90.

Брагина Л.Г., Беньямовский В.Н., Застрожных А.С. Радиолярии, фораминиферы и стратиграфия верхнемеловых отложений юго-востока Русской плиты (правобережье Волгоградского Поволжья) // Стратигр. Геол. корреляция. 1999. Т. 7. № 5. С. 84–92.

Брагина Л.Г., Брагин Н.Ю. Радиолярии в разрезе верхнемеловых отложений у с. Новодевичье (Самарская область, Среднее Поволжье) // Стратигр. Геол. корреляция. 2004. Т. 12. № 3. С. 76–86.

Брагина Л.Г., Витухин Д.И. Радиолярии из меловых отложений хребта Майни-Какыйнэ, Корякское нагорье // Стратигр. Геол. корреляция. 1997. Т. 5. № 2. С. 176–179.

Вишневецкая В.С. Радиоляриевая био-стратиграфия юры и мела России. М.: ГЕОС, 2001. 376 с.

Вишневецкая В.С. Новые радиолярии семейства Prunobrachidae из верхов верхнего мела восточного склона Полярного Урала // Палеонтол. журн. 2011. № 4. С. 19–25.

Жамойда А.И. Био-стратиграфия мезозойских кремнистых толщ Востока СССР. Л.: Недра, 1972. 242 с. (Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 183).

Козлова Г.Э., Горбовец А.И. Радиолярии верхнемеловых и верхнеэоценовых отложений Западно-Сибирской низменности. Л.: Недра, 1966. 158 с.

Кругликова С.Б. Некоторые черты экологии и распространения современных и кайнозойских радиолярий // Систематика, эволюция и стратиграфическое значение радиолярий. М.: Наука, 1981. С. 118–139.

Липман Р.Х. Материалы к монографическому изучению радиолярий верхнемеловых отложений Русской платформы // Палеонтология и стратиграфия. Л.: Наука, 1952. С. 24–51.

Маринов В.А., Амон Э.О., Игольников А.Е., Урман О.С. Основные черты палеогеографии Западно-Сибирского эпиконтинентального морского бассейна в сеноне // Литосфера. 2008. № 5. С. 3–14.

Олферьев А.Г., Алексеев А.С., Беньямовский В.Н. и др. Опорный разрез верхнего мела у села Мезино-Лапшиновка и проблемы границ сантона и кампана в Саратовском Поволжье // Стратигр. Геол. корреляция. 2004. Т. 12. № 6. С. 69–102.

Олферьев А.Г., Беньямовский В.Н., Вишневецкая В.С. и др. Верхнемеловые отложения северо-запада Саратовской области. Статья 1. Разрез у д. Вишневое, лито- и био-стратиграфический анализ // Стратигр. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 6. С. 62–109.

Петрушевская М.Г. Радиоляриевый анализ. Л.: Наука, 1986. 200 с.

Саркисова Э.В. Новые данные о поздне-меловых (кампан–датских) радиоляриях восточного склона Северного Урала // Литосфера. 2005. № 1. С. 96–108.

Чумаков Н.М. Проблема теплой биосферы // Стратигр. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 3. С. 3–14.

Aita Y., Bragin N.Yu. Non-Tethyan Triassic Radiolaria from New Zealand and Northeastern Siberia // Geodiversitas. 1999. V. 21. № 4. P. 503–526.

Bragin N.Yu. Radiolaria from the phosphorite basal horizons of the Volgian stage in the Moscow region (Russia) // Rev. Micropaléontol. 1997. V. 40. № 4. P. 283–296.

- Bragin N. Yu.* Triassic radiolarians of Kotel'nyi Island (New Siberian Islands, Arctic) // *Paleontol. J.* 2011. V. 45. № 7. P. 711–778.
- Bragina L.G.* Cuboctostylus n. gen., a new Late Cretaceous spicule-bearing spumellarian Radiolaria from southern Sakhalin (Russia) // *Geodiversitas.* 1999. V. 21. № 4. P. 571–580.
- De Wever P., Sanfilippo A., Riedel W.R., Gruber B.* Triassic Radiolaria from Greece, Sicily and Turkey // *Micropaleontol.* 1979. V. 25. № 1. P. 75–110.
- Dumitrica P.* Pyloctostylus n. gen., a Cretaceous Spumellarian radiolarian genus with initial spicule // *Rev. Micropaléontol.* 1994. V. 37. № 4. P. 235–244.
- Empson-Morin K.M.* Depth and latitude distribution of Radiolaria in Campanian (Late Cretaceous) tropical and subtropical oceans // *Micropaleontol.* 1984. V. 30. № 1. P. 87–115.
- Haekel E.* Die Radiolarien (Rhizopoda Radiolaria). Eine monographie. Berlin: Reimer, 1862. 572 s.
- Haekel E.* Entfirt eines Radiolarien-Systems auf Grund von Studien der Challenger Radiolarien // *Jen. Z. Naturwiss.* 1881. V. 15. N. Ser. 8. № 3. S. 418–472.
- Haekel E.* Prodromus Systematis Radiolarium. Entwurf eines Radiolarien System auf Grund von Studien der Chal-
- lenger-Radiolarien* // *Jen. Z. Naturwiss.* 1882. V. 15. № 3. P. 1–472.
- Hertwig R.* Der Organismus der Radiolarien. Jena: Fischer Verlag, 1879. 149 s.
- Kiessling W.* Late Jurassic radiolarians from the Antarctic Peninsula // *Micropaleontol.* 1999. V. 45. Suppl. 1. P. 1–96.
- Moix P., Kozur H., Stampfli G., Mostler H.* New paleontological, biostratigraphic and paleogeographic results from the Triassic of the Mersin Melange, SE Turkey // *The Global Triassic / S.G. Lucas, J.A. Spielman (Eds.). Bull. New Mexico Museum Natur. Hist. Sci.* 2007. V. 41. P. 282–305.
- Pessagno E.A., Jr.* Upper Cretaceous radiolaria from DSDP Site 275 // *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Scientific Results 29, Texas A&M University.* 1975. P. 1011–1029.
- Pessagno E.A., Jr.* Radiolarian zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley sequence, California Coast Ranges // *Micropaleontol. Spec. Publ.* 1976. V. 2. P. 1–95.
- Pessagno E.A., Jr., Longoria J.F., MacLeod N. et al.* Studies of North American Jurassic Radiolaria. Part I. Upper Jurassic (Kimmeridgian–Upper Tithonian) Pantanelliidae from the Taman Formation, East-Central Mexico: tectonostratigraphic, chronostratigraphic and phylogenetic implications // *Cushman Found. Foraminiferal Res. Spec. Publ.* 1987. № 20. P. 1–55.

### Объяснение к таблице I

Радиолярии среднего и верхнего триаса острова Котельный.

- Фиг. 1. *Triassospongospaera multispinosa* (Kozur et Mostler, 1979); экз. № 7438-06-53, обр. 06-16-9р, р. Прямая; средний триас, верхний ладин, ×280.
- Фиг. 2. *Sarla compressa* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-77, обр. 06-31-2р, р. Тихая; верхний триас, верхний карний, ×210.
- Фиг. 3. *Betraccium kotelnyensis* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-86, обр. 06-31-2р, р. Тихая; верхний триас, верхний карний, ×250.
- Фиг. 4. *Tetraspongodiscus cincinnalis* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-123, обр. 06-17-12, руч. Сухой; верхний триас, верхний карний, ×250.
- Фиг. 5. *Tetraspongodiscus uncatus* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-120, обр. 06-10-8р, р. Прямая; верхний триас, нижний карний, ×180.
- Фиг. 6. *Tetraspongodiscus borealis* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-117, обр. 06-16-5р, р. Прямая; средний триас, верхний анизий, ×150.
- Фиг. 7. *Stauracanthocircus folium* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-109, обр. 06-10-8р, р. Прямая; верхний триас, нижний карний, ×350.
- Фиг. 8. *Paronaella concreta* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-111, обр. 06-17-12р, руч. Сухой; верхний триас, верхний карний.

### Объяснение к таблице II

Радиолярии верхнего триаса острова Котельный.

- Фиг. 1. *Glomeropyle algidum* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-40, обр. 06-10-8р, р. Прямая; верхний триас, нижний карний, ×150.
- Фиг. 2. *Glomeropyle cuneum* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-36, обр. 06-10-8р, р. Прямая; верхний триас, нижний карний, ×140.
- Фиг. 3. *Dumitricasphaera simplex* Tekin, 1999; экз. № 7438-06-96, обр. 06-31-2р, р. Тихая; верхний триас, верхний карний, ×210.
- Фиг. 4. *Spongortilispinus subtilis* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-88, обр. 06-31-2р, р. Тихая; верхний триас, верхний карний, ×250.
- Фиг. 5. *Pseudostylosphaera gelida* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-21, обр. 06-30-1р, р. Тихая; верхний триас, нижний норий, ×150.
- Фиг. 6. *Kahlerosphaera retunsa* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-48, обр. 06-30-1р, р. Тихая; верхний триас, нижний норий, ×210.
- Фиг. 7. *Carnuchosphaera kuzmichevi* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-57, обр. 06-17-13, руч. Сухой; верхний триас, верхний карний, ×200.
- Фиг. 8. *Planispinocurtis kotelnyensis* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-137, обр. 06-10-8р, р. Прямая; верхний триас, нижний карний, ×250.
- Фиг. 9. *Droltus gelidus* Bragin, 2011; экз. № 7438-06-148, обр. 06-31-2р, р. Тихая; верхний триас, верхний карний, ×220.

## **Morphological Characteristics of Boreal Radiolarians from the Triassic and Late Cretaceous: Comparative Analysis**

**N. Yu. Bragin and L. G. Bragina**

When comparing boreal radiolarian assemblages of the Triassic and Late Cretaceous, significant differences in their morphotypic composition are recognized. In particular, Triassic assemblages are dominated by spherical morphotypes, including pylomate forms of the genus *Glomeropyle*, while Late Cretaceous assemblages are dominated by prunoid morphotypes without polar spines (genera *Prunobrachium* and *Amphibrachium*). It is concluded that, in the course of evolution, high-latitude radiolarian assemblages considerably changed both taxonomically and morphologically. Therefore, it is impossible to determine the uniform morphological and taxonomic characters describing boreal assemblages of the entire Mesozoic. Features of boreal radiolarian assemblages are unique to each geological epoch.

*Keywords:* Radiolaria, morphotypic composition, Triassic, Late Cretaceous

