

УДК 563.14:551.735.1./736.2

НОВОЕ СЕМЕЙСТВО РАДИОЛЯРИЙ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЗОЯ PROVISOCYNTRIDAE FAM. NOV.

© 2022 г. М. С. Афанасьева*

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, 117647 Россия

*e-mail: afanasieva@paleo.ru

Поступила в редакцию 05.09.2021 г.

После доработки 14.09.2021 г.

Принята к публикации 14.09.2021 г.

Проведена ревизия и уточнен диагноз рода *Provisocyntra* Nazarov et Ormiston, 1987, emend. nov. Проанализированы особенности строения морфотипа рода *Provisocyntra*, образованного одновременным центробежным и тангентальным способом роста скелета, и подтверждено наличие внутреннего каркаса в виде микросферы. Показано, что род *Provisocyntra* объединяет 10 видов радиолярий карбона—средней перми. Выполнено описание четырех новых видов *P. grandis* sp. nov., *P. kononovae* sp. nov., *P. magniporosa* sp. nov., *P. valminazae* sp. nov. из нижнетурнейских отложений Волго-Уральского бассейна. Установлено новое семейство *Provisocyntridae* fam. nov. и дополнен диагноз и состав отряда *Spongiata* Afanasieva et Amon, 2003, emend. nov.

Ключевые слова: Radiolaria, Spumellaria, морфология, ревизия, новые таксоны, карбон, средняя пермь

DOI: 10.31857/S0031031X22020027

ВВЕДЕНИЕ

Достоверные и очень хорошо сохранившиеся радиолярии раннетурнейского возраста впервые встречены в приграничных с девоном отложениях нижнего карбона скважины Мелекеская-1 Волго-Уральского бассейна России (рис. 1).

Радиолярии раннего турне в отложениях скв. Мелекеская-1 объединяют 25 видов из девяти родов: *Adamasirad* Afanasieva, 2009, *Ceratoikiscum* Deflandre, 1953, *Duodecimentactinia* Won, 1997, *Entactinia* Foreman, 1963, *Nestelliana* Afanasieva, 2022, *Provisocyntra* Nazarov et Ormiston, 1987, *Radiobisphaera* Won, 1997, *Spinoalius* Afanasieva, 2019 и *Spongactinia* Nazarov, 1975.

Конодонты в нижнекаменноугольных, турнейских отложениях скважины Мелекеская-1 представлены только единичными экземплярами родов *Siphonodella*, *Bispathodus*, *Neopolygnathus*, *Polygnathus* и др. Там же, наряду с радиоляриями, Л.И. Кононова обнаружила зональный конодонт *Siphonodella duplicata* (Branson et Mehl). Учитывая бедное содержание конодонтов в изученной части разреза, можно лишь условно выделить зоны конодонтов *Siphonodilla duplicata* и *Siphonodilla belkai* — *Siphonodilla quadruplicata* (рис. 2) (Афанасьева, Кононова, 2021; Afanasieva, Kononova, 2021).

Среди радиолярий обращают на себя внимание представители рода *Provisocyntra*, которые

имеют ряд характерных признаков, отличающих их от всех иных губчатых *Spumellaria*. В предлагаемой работе проанализированы особенности одновременного центробежного и тангентального формирования морфотипа рода *Provisocyntra* и подтверждено наличие внутреннего каркаса в виде микросферы.

Анализ морфологических особенностей скелетов *Provisocyntra* позволил: (1) уточнить диагноз рода *Provisocyntra* Nazarov et Ormiston, 1987, emend. nov., расширить его временное и пространственное распространение и увеличить видовой состав до десяти видов; (2) выделить и описать четыре новых вида *P. grandis* sp. nov., *P. kononovae* sp. nov., *P. magniporosa* sp. nov., *P. valminazae* sp. nov. из нижнетурнейских отложений Волго-Уральского бассейна (рис. 2); (3) установить присутствие вида *P. cassicula* Nazarov et Ormiston, 1987, известного из нижнекаменноугольных отложений США; (4) установить новое семейство *Provisocyntridae* fam. nov.; (5) дополнить диагноз и состав отряда *Spongiata* Afanasieva et Amon, 2003, emend. nov.

МОРФОЛОГИЯ СКЕЛЕТА

Настоящая статья посвящена всестороннему исследованию рода *Provisocyntra*, очень редкий морфотип которого образован одновременным



Рис. 1. Местонахождение скв. Мелекеская-1, Волго-Уральский бассейн, Россия.

центробежным и тангентальным способом роста скелета и наличием внутреннего каркаса в виде пористой микросферы.

Морфотип, согласно определению П. Де Вевера с коллегами (De Wever et al., 2001, с. 454), представляет собой таксон, который определяется морфологическими признаками без эволюционных ограничений¹. То есть, морфотип — это совокупность морфологических признаков, определяющая общую форму скелета и отраженная в диагнозе таксона.

Формирование скелета

Необычная морфология скелета впервые была детально проанализирована Б.Б. Назаровым и

А. Ормистоном (Nazarov, Ormiston, 1987) при описании рода *Provisocyntra* из каменноугольных отложений: (1) США, Северная Дакота, нижняя часть верхнего турне (зона *Siphonodella isosticha*), формация Лоджепол, и Оклахома, нижневизейский подъярус; (2) Узбекистан, Тянь-Шань, Пскемский хребет, серпуховский ярус; (3) Северо-Восток России, Магаданская обл., Приколымское поднятие, р. Поповка, московский ярус.

Новые данные и переосмысление взглядов предыдущих исследователей о формировании многочисленных оболочек у раковин радиолярий, образовавшихся в результате центробежного роста скелета (Hollande, Enjume, 1960; Deflandre, 1964; Kling, 1978), а также в результате более позднего слияния тангентальных элементов по мере роста организма (Enriques, 1931; Stürmer, 1966), позволили Назарову и Ормистону (Nazarov, Ormiston, 1987) выдвинуть предположение о комби-

¹ "Morphotype. A taxon defined by morphological characters without evolutionary limits" (De Wever et al., 2001, с. 454).

Система	Каменноугольная				
Отдел	Нижний (Миссисипий)				
Ярус	Турнейский				
Подъярус	Нижний				
Зоны конодонтов	Siphonodella duplicata			Siphonodella belkai-S. quadruplicata	
Интервал	1887.5— 1888.25 м	1883.7— 1883.8 м	1881.7—1883.2 м		
Радиолярии	Образец	6956	6928	6925	6916
					6914
Provisocyntra kononovae Afanasieva, sp. nov.					
Provisocyntra cassicula Nazarov et Ormiston, 1987					
Provisocyntra magniporosa Afanasieva, sp. nov.					
Provisocyntra grandis Afanasieva, sp. nov.					
Provisocyntra valminazae Afanasieva, sp. nov.					

Рис. 2. Распространение видов рода *Provisocyntra* в нижнетурнейских отложениях скв. Мелекесская-1.

нированном механизме формирования скелета *Provisocyntra* одновременно центробежным и тангентальным способами.

При этом Назаров и Ормистон (Nazarov, Ormiston, 1987) скептически относились к концепции центростремительного развития скелета (Schwartz, 1931; Won, 1983). Автор придерживается того же мнения. Центростремительное формирование скелета прослеживается в ограниченных условиях, например, при зарастании пор скелета: края пор нарастают внутрь, поры постепенно сужаются, и образуется пористая или пластинчатая структура скелета (Afanasieva et al., 2005; Афанасьева, 2006).

Основные иглы скелета *Provisocyntra* образуются центробежным способом, при этом по мере роста они сначала расширяются, а затем сужаются к терминальной части иглы (рис. 3, а; 4, з).

Зарождающиеся внутренние оболочки скелета добавляются тангентальным способом в процессе онтогенетического развития организма. Тангентальные элементы скелета (апофизы) формируются вдоль радиальных центробежных элементов (основные иглы) в направлении, перпендикулярном к их морфологической оси (рис. 3, б; 4, в). По мере развития организма апофизы в разной степени разветвляются, их ветви соединяются и образуют губчатую ткань скелета.

Таким образом, механизм тангентального роста в разной степени разветвляющихся апофизов и зарождение внутренних оболочек у *Provisocyntra* (рис. 3, б; 4, в) контрастирует с центробежным, последовательным добавлением оболочек у иных радиолярий с несколькими сферами, таких как *Copicyntra* Nazarov et Ormiston, 1985, *Plenoentactinia* Won, 1997, *Pluristratoentactinia* Nazarov, 1981 и других представителей *Spumellaria* и *Sphaerellaria*.

Это означает, что, по сути, все зарождающиеся оболочки скелета *Provisocyntra* могли возникать не последовательно в процессе формирования скелета, а одновременно — после достижения ор-

ганизмом зрелости, т.е. полного законченного развития.

Микросфера

Морфотип рода *Provisocyntra* представляет собой своеобразную и очень редкую структуру, отличающуюся, помимо комбинированного тангентального и центробежного способа формирования скелета, наличием внутреннего каркаса в форме пористой микросферы (рис. 3, а).

В первоначальном диагнозе рода *Provisocyntra* Назаров и Ормистон (Nazarov, Ormiston, 1987) написали, что строение внутреннего каркаса не совсем ясно и, вероятно, спикула с очень тонкими лучами эксцентрично расположена **внутри** небольшой пористой сферы. При этом на рисунках в работе Назарова и Ормистона нарисована спикула внутри предполагаемой микросферы (Nazarov, Ormiston, 1987, рис. 1b и 3e, 3b).

Однако при описании вида *Provisocyntra cassicula* Назаров и Ормистон (Nazarov, Ormiston, 1987, с. 72, табл. 1, фиг. 5) указали, что радиальные элементы сходятся **на** центральном внутреннем каркасе, который в исключительных образцах выглядит как пористая сфера² диаметром примерно 40 мкм (рис. 3, а). Вместе с тем они (Nazarov, Ormiston, 1987, с. 72) написали, что “сохранность слишком несовершенна, чтобы положительно относиться к центральной сфере”³. Таким образом, отсутствие уверенной идентификации внутреннего каркаса в форме микросферы в работе Назарова и Ормистона (Nazarov, Ormiston, 1987) объясняется неудовлетворительной со-

² “Radial elements converge on a centrally positioned internal framework, which in exceptional specimens (pl. 1, fig. 5) appears to be a porous sphere of approximately 40 μm in diameter” (Nazarov, Ormiston, 1987, с. 72).

³ “Preservation is too imperfect to be positive of central sphere” (Nazarov, Ormiston, 1987, с. 72).

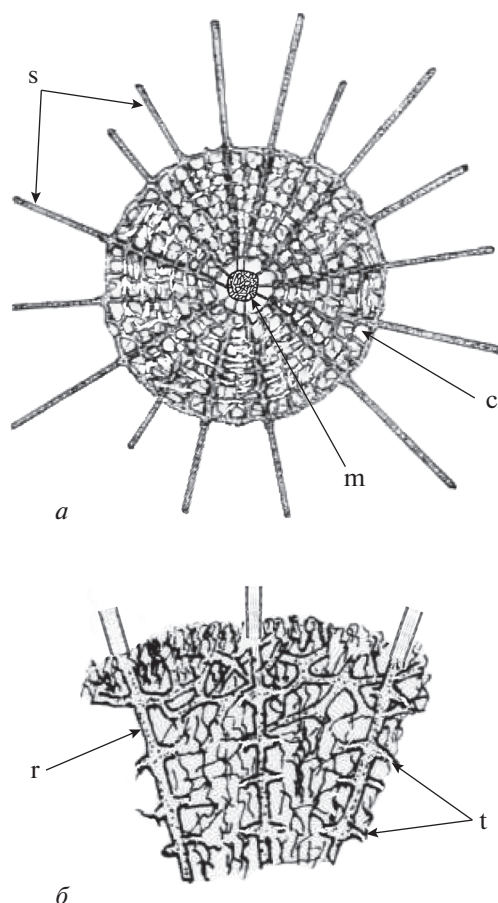


Рис. 3. Схема строения морфотипа рода *Provisocyntra* (по: Nazarov, Ormiston, 1987, с изменениями и дополнениями): *a* — гипотетическая дифференциация губчатой скелетной ткани на радиальные и тангенциальные элементы, *б* — фрагмент. Обозначения: *c* — полигональные ячейки, *m* — микросфера, *s* — основные иглы; элементы скелета: *r* — радиальные, *t* — тангенциальные.

хранностью и техническими сложностями изображения скелетов радиолярий.

Впервые очень хорошо сохранившуюся крошечную полую микросферу (12 мкм) обнаружили Г.П. и М.К. Нестелл (Nestell, Nestell, 2021, табл. 3, фиг. 14b; табл. 4, фиг. 1b) в скелете *Provisocyntra vancouveringi* Nestell et Nestell, 2021 из отложений роудского яруса средней перми в Гваделупских горах Западного Техаса, США. Эти авторы также подтвердили образование скелета *Provisocyntra* одновременным центробежным и тангентальным способами.

В настоящей статье описано четыре новых вида *Provisocyntra*: *P. grandis* sp. nov., *P. kononovae* sp. nov., *P. magniporosa* sp. nov., *P. valminazae* sp. nov. из отложений нижнего турне скважины Мелекеская-1 Волго-Уральского бассейна России. На одном из экземпляров *P. valminazae* sp. nov. отчетливо виден фрагмент достаточно хорошо сохра-

нившейся пористой микросферы диаметром 20 мкм (табл. III, фиг. 1a, черная стрелка; см. вклейку).

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ РОДА *PROVISOCYNTRA*

Первоначально род *Provisocyntra* и пять видов (*P. amplissima*, *P. cassicula*, *P. pskemensis*, *P. tenuitomenta*, *Provisocyntra* sp.) были описаны (Nazarov, Ormiston, 1987) из отложений карбона США, Узбекистана и Северо-Востока России. Также в состав рода *Provisocyntra* Назаров и Ормистон включили вид *Centrocubus? giganteus* Won, 1983, описанный М.-З. Вон (Won, 1983, с. 135–136, табл. 7, фиг. 6–9) из топовых верхнетурнейских отложений (слои *Pericyclus*-γ) Рейнских Сланцевых гор Германии (рис. 5).

По мнению Назарова и Ормистона (Nazarov, Ormiston, 1987), морфотип рода *Provisocyntra* имеет некоторое сходство с отдельными представителями подсемейства *Astroentactiniinae* Nazarov et Ormiston, 1985 по наличию внутренней спикулы, строению многочисленных стержневидных игл, апофизов и дифференциации губчатого слоя, и поэтому род был включен в семейство *Entactiniidae* Riedel, 1967.

Однако П. Нобл с коллегами (Noble et al., 2017) отметили, что поскольку Назаров и Ормистон (Nazarov, Ormiston, 1987) интерпретировали внутренний каркас как спикулу, находящуюся в центре сферы, то последняя могла представлять собой пролокулюм, т. е. начальную камеру. Наличие пролокулюма не позволяет рассматривать род *Provisocyntra* в составе семейства *Entactiniidae* Riedel, 1967.

В 1997 г. Вон (Won, 1997) описала новый вид *Provisocyntra conferta* из верхнедевонской, французской формации Того, Австралия. Внутренний каркас этого вида представлен шестилучевой спикулой со срединной балкой и апофизами на каждом ее луче, которые образуют субпрямоугольную R-рамку. Основываясь на наличии спикулы, Вон (Won, 1997, с. 383) исправила первоначальный диагноз рода *Provisocyntra*⁴. Однако в комментариях к роду она отметила, что «основная структура раковины этого рода такая же, как у *Retentactinia* gen. nov., кроме более многочисленных игл⁵», и отнесла исправленный род к новому подсемейству *Retentactiniinae* (=Spongentas-

⁴ “Emended diagnosis. The spherical shell consists of spongy tissue between numerous, closely as well as radially distributed spines. The internal spicule with a median bar is six-rayed; apophyses on each ray form a subrectangular R-frame” (Won, 1997, с. 383).

⁵ “The basic shell structure of this genus is the same as that of *Retentactinia* n. gen. except for the more numerous spines” (Won, 1997, с. 383).

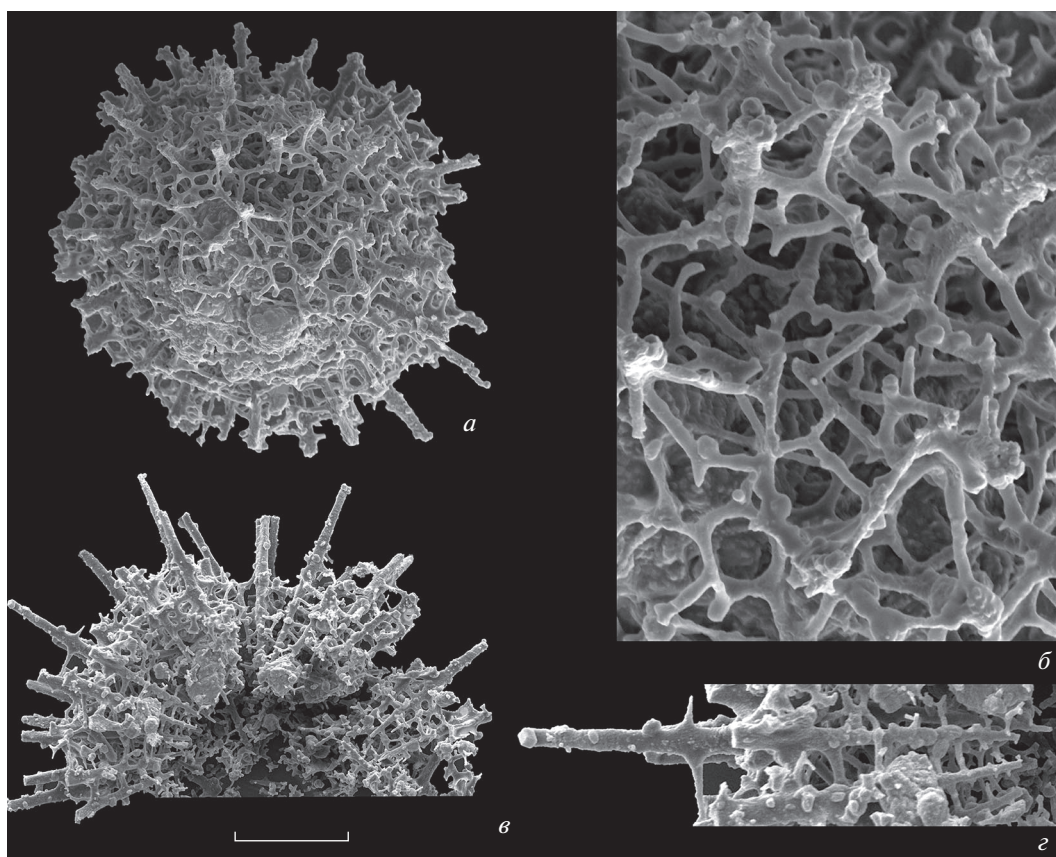


Рис. 4. *Provisocyntra cassicula* Nazarov et Ormiston, 1987 из нижнетурнейских отложений скв. Мелекесская-1: *а, б* – экз. ПИН, № 5508/6916-04, инт. 1881.7–1883.2 м, обр. 6916: *а* – штрих = 83 мкм, *б* – фрагмент, штрих – 28 мкм; *в, з* – экз. ПИН, № 5508/17603, инт. 1887.5–1888.25 м, обр. 6956: *в* – штрих = 110 мкм, *з* – фрагмент, штрих – 50 мкм.

Система	Карбон							Пермь		
Отдел	Нижний						Верхний	Средний		
Ярус	Турнейский				Визей-ский	Серпу-ховский	Москов-ский	Роуд-ский		
Подъярус	Нижний		Верхний		Нижний					
Радиолярии	Местоположение		1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Provisocyntra kononovae</i> Afanasieva, sp. nov.										
<i>Provisocyntra magniporosa</i> Afanasieva, sp. nov.										
<i>Provisocyntra valminazae</i> Afanasieva, sp. nov.										
<i>Provisocyntra cassicula</i> Nazarov et Ormiston, 1987										
<i>Provisocyntra grandis</i> Afanasieva, sp. nov.										
<i>Provisocyntra gigantea</i> (Won, 1983)										
<i>Provisocyntra pskemensis</i> Nazarov et Ormiston, 1987										
<i>Provisocyntra amplissima</i> Nazarov et Ormiston, 1987										
<i>Provisocyntra tenuitomenta</i> Nazarov et Ormiston, 1987										
<i>Provisocyntra vancouveringi</i> Nestell et Nestell, 2021										

Рис. 5. Распространение видов из рода *Provisocyntra*: 1, 2 – Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус: 1 – нижняя экозона радиолярий, зона конодонтов *Siphonodella duplicata*, 2 – верхняя экозона радиолярий, зоны конодонтов (условно) *Siphonodella belkai* – *Siphonodella quadruplicata* (Афанасьева, Кононова, 2021; Afanasieva, Kononova, 2021); 3 – США, Северная Дакота; нижний карбон, верхнетурнейский подъярус, зона конодонтов *Siphonodella isosticha* (Nazarov, Ormiston, 1987); 4 – Германия, Франкенвальд, Рейнские Сланцевые горы; нижний карбон, верхнетурнейский подъярус, слои *Pericysclus*-γ, зона конодонтов *Scaliognathus anchoralis* (Won, 1983); 5 – США, Оклахома; нижний карбон, нижневизейский подъярус, формация Сикамор, зона конодонтов *Gnathodus texanus* (Nazarov, Ormiston, 1987); 6 – Узбекистан, Тянь-Шань, Пскемский хребет; нижний карбон, серпуховский ярус (Nazarov, Ormiston, 1987); 7 – Северо-Восток России, Приколымское поднятие, Магаданская обл., р. Поповка; верхний карбон, московский ярус (Nazarov, Ormiston, 1987); 8 – США, Западный Техас, Гваделупские горы; средняя пермь (гваделупий), роудский ярус, верхняя часть формации Катофф, зона конодонтов *Jinogondolella nankingensis* (Nestell, Nestell, 2021).

tiniidae Nazarov, 1975, sensu De Wever et al., 2001) в составе семейства Entactiniidae.

Вместе с тем, анализ скелетов *Provisocyntra conferta* (Won, 1997, рис. 1, табл. 7, фиг. 17–19; табл. 12, фиг. 16, 17) показал, что наличие очень хорошо развитого внутреннего каркаса в виде шестилучевой спикулы со срединной балкой не позволяет отнести данный вид к роду *Provisocyntra*. Это же сомнение в родовой принадлежности вида *P. conferta* было высказано Нестелл и Нестеллом (Nestell, Nestell, 2021), предположившими, что данный вид относится либо к роду *Retentactinia* Won, 1997, либо к другому роду.

По мнению автора данной статьи, вид *P. conferta* Won, 1997, скорее всего, принадлежат к роду *Retentactinia* Won, 1997. Кроме этого автор, так же как Нестелл и Нестелл (Nestell, Nestell, 2021), не согласен с исправлением Вон (Won, 1997, с. 383) диагноза рода *Provisocyntra*.

Автор также присоединяется к точке зрения Нестелл и Нестелла (Nestell, Nestell, 2021) о том, что виды *P. densa* и *P. ormiston*, описанные К. Фенгом и др. (Feng et al., 2007) из верхнечансинской формации Далонг на юге провинции Гуанси, Китай, не принадлежат к роду *Provisocyntra*. Судя по внутреннему строению скелетов (Feng et al., 2007, табл. 5, фиг. 2–4, 8), эти виды, скорее всего, относятся к роду *Copicyntra* Nazarov et Ormiston, 1985.

Однако, автор данной статьи не согласен с Нестелл и Нестеллом (Nestell, Nestell, 2021), предлагающими включить род *Provisocyntra* в состав семейства *Copicyntridae*. Морфотип рода *Provisocyntra* характеризуется отсутствием четко тангентально дифференцированной губчатой оболочки на отдельные слои и формированием внутреннего каркаса в форме полой микросферы. В отличие от структуры скелета *Provisocyntra*, для морфотипа рода *Copicyntra* присуще наличие нескольких отчетливо выраженных промежуточных оболочек, развивающихся между внутренней пористой оболочкой и внешней губчатой, а также формирование внутреннего каркаса в виде спикулы.

К сожалению, строение внутреннего каркаса в скелете *Copicyntra* в виде спикулы представлено Назаровым и Ормистом только на рисунках (Nazarov, Ormiston, 1985, рис. 6; 1987, рис. 1, d; Назаров, 1988, рис. 19, ж).

Вместе с тем, Нобл и Джин (Noble, Jin, 2010, табл. 6, фиг. 6, 7) на примере вида *Copicyntra erinacea* Noble et Jin, 2010 предполагают, что внутренние слои в скелетах *Copicyntra* формируются по спирали. Поэтому внутренней спикулы в центре скелета быть не может, а начало скелета может быть в форме микросферы. Однако в этом

случае представители вида *C. erinacea* должны быть отнесены к другому роду.

НОВОЕ СЕМЕЙСТВО PROVISOCYNTRIDAE

Современные находки микросферы в скелетах *Provisocyntra* из отложений нижнетурнейского подъяруса нижнего карбона России (рис. 2) (настоящая работа) и роудского яруса средней перми США (рис. 5) (Nestell, Nestell, 2021) позволяют по-новому оценить систематическое положение рода *Provisocyntra*.

Достоверный внутренний каркас в виде шестилучевой спикулы у представителей рода *Provisocyntra* не наблюдался ни Назаровым и Ормистом (Nazarov, Ormiston, 1987), ни Нестелл и Нестеллом (Nestell, Nestell, 2021). Шестилучевая спикула не была обнаружена и у вновь описываемых в данной работе видов *Provisocyntra*.

Вместе с тем, у хорошо сохранившегося экземпляра *P. cassicula* Назаров и Ормистон диагностировали внутренний каркас, который выглядит как пористая сфера (Nazarov, Ormiston, 1987, с. 72, табл. 1, фиг. 5). При внимательном наблюдении можно рассмотреть внутренний каркас в виде сферы у *P. pskemensis* (Nazarov, Ormiston, 1987, с. 72, табл. 2, фиг. 5, 6).

Центральная часть скелета *P. vancouveringi* Nestell et Nestell, 2021 представлена полой крошечной микросферой диаметром 12 мкм (Nestell, Nestell, 2021, табл. 3, фиг. 14b; табл. 4, фиг. 1b).

На одном из экземпляров нового вида *P. valmipazae* sp. nov. отчетливо виден фрагмент пористой микросферы диаметром 20 мкм (табл. II, фиг. 1a; см. вклейку).

Таким образом, наличие внутреннего каркаса в форме полой перфорированной или решетчатой микросферы у разных возрастных представителей рода *Provisocyntra*, в том числе у типового вида *P. cassicula*, позволяет уточнить диагноз рода, расширить его временное и пространственное распространение и увеличить видовой состав до десяти видов. Более того, особенности строения редкого для радиолярий палеозоя морфотипа позволяют установить новое семейство *Provisocyntridae* fam. nov. с типовым родом *Provisocyntra*.

Новое семейство *Provisocyntridae* устанавливается в рамках отряда *Spongiata* Afanasieva et Amon, 2003, что, в свою очередь, предусматривает необходимость дополнить диагноз новым элементом скелета — микросферой, а состав отряда расширить за счет нового семейства *Provisocyntridae* fam. nov.

ОПИСАНИЕ ТАКСОНОВ

ТИП *RADIOLARIA*НАДКЛАСС *POLYCYSTINA*КЛАСС *SPUMELLARIA*ОТ РЯД *SPONGIATA* AFANASIEVA

ET AMON, 2003, EMEND. AFANASIEVA, NOV.

Spongiata: Афанасьева, Амон, 2003, с. 83; Afanasieva et al., 2005, с. 277, Афанасьева, Амон, 2006, с. 115.

Диагноз. *Spumellaria* с губчатой стенкой внешней сферической оболочки скелета и внутренним каркасом в виде двойной первичной спикулы или микросферы.

Состав. Четыре семейства: *Spongentactiniidae* Nazarov, 1975; *Spongopolyentactiniidae* Nazarov, 1975; *Conocaryommidae* Lipman, 1969, emend. De Wever et al., 2001; *Provisocyntridae* fam. nov.

Распространение. Средний кембрий–эоцен.

Замечания. Диагноз отряда дополнен новым элементом скелета — микросферой; состав отряда расширен за счет нового семейства *Provisocyntridae* fam. nov.

СЕМЕЙСТВО *PROVISOCYNTRIDAE* AFANASIEVA, FAM. NOV.

Типовой род — *Provisocyntra* Nazarov et Ormiston, 1987, emend. nov.

Диагноз. *Spongiata* с радиально дифференцированной губчатой тканью, заполняющей всю внутреннюю полость скелета, и начальными элементами зарождающихся внутренних оболочек; тангентальные апофизы расходятся от радиальных основных игл, берущих свое начало на центральном внутреннем каркасе в форме полый перфорированной микросферы; основные иглы многочисленные, стержневидной, конической или трехлопастной формы.

Состав. Типовой род.

Распространение. Карбон—средняя пермь.

Род *Provisocyntra* Nazarov et Ormiston, 1987, emend. Afanasieva nov.

Provisocyntra: Nazarov, Ormiston, 1987, с. 68; Назаров, 1988, с. 63; Noble et al., 2017, с. 446; Nestell, Nestell, 2021, с. 537; non Won, 1997, с. 383.

Типовой вид — *Provisocyntra cassicula* Nazarov et Ormiston, 1987; нижний карбон, верхнетурнейский подъярус, зона конодонтов *Siphonodella isosticha*; США, Северная Дакота.

Диагноз. Сферический скелет с радиально дифференцированной губчатой тканью, заполняющей всю внутреннюю полость скелета и образованной объединением разветвляющихся ветвей апофизов; тангентальные апофизы расходятся перпендикулярно от радиальных основных игл, а

объединение разветвляющихся ветвей апофизов является начальным этапом зарождения внутренних оболочек; основные иглы берут свое начало на центральном внутреннем каркасе в форме полый перфорированной микросферы; основные иглы многочисленные, стержневидной, конической или трехлопастной формы с округлым, реже треугольным сечением, слегка сужаются к вершине и основанию (рис. 4, з).

Видовой состав. Десять видов из нижне-го карбона—средней перми (рис. 2; 5): *P. amplissima* Nazarov et Ormiston, 1987, *P. cassicula* Nazarov et Ormiston, 1987, *P. gigantea* (Won, 1983), *P. grandis* sp. nov., *P. kononovae* sp. nov., *P. magniporosa* sp. nov., *P. pskemensis* Nazarov et Ormiston, 1987, *P. tenuitomenta* Nazarov et Ormiston, 1987, *P. valminazae* sp. nov., *P. vancouveringi* Nestell et Nestell, 2021.

Сравнение. От родов *Somphoentactinia* Nazarov, 1975 и *Copicyntra* Nazarov et Ormiston, 1985, характеризующихся наличием внутреннего каркаса в виде п-лучевой спикулы, род *Provisocyntra* отличается развитием внутреннего каркаса в форме полый микросферы. Кроме того, от рода *Somphoentactinia*, характеризующегося слабой дифференциацией внешней губчатой оболочки, и от рода *Copicyntra*, демонстрирующего завершённое развитие множества внутренних сфер, род *Provisocyntra* отличается отчетливой радиальной дифференциацией губчатой ткани, заполняющей всю внутреннюю полость скелета, и начальными элементами тангентально зарождающихся внутренних оболочек.

Замечания. 1. Род *Provisocyntra* первоначально рассматривался Назаровым и Ормистон (Nazarov, Ormiston, 1987) в составе подсемейства *Astroentactiniinae* из семейства *Entactiniidae* на основании строения многочисленных стержневидных игл, апофизов и дифференциации губчатого слоя.

2. Позже род *Provisocyntra* вместе с родами *Plenoentactinia* и *Copicyntra* были объединены в подсемейство *Plenoentactiniinae* Afanasieva, 1999, характеризующееся внутренним каркасом в виде 8-12-24- и более лучевой спикулы и формированием скелета из трех и более сфер (Афанасьева, 1999, 2000; Afanasieva et al., 2005; Афанасьева, Амон, 2006).

3. В настоящее время анализ особенностей строения редкого морфотипа радиолярий на основании собственных и литературных данных выявил у разных возрастных представителей рода *Provisocyntra* наличие внутреннего каркаса в форме полый микросферы, что позволяет уточнить диагноз рода и установить для него новое семейство *Provisocyntridae* fam. nov.

4. Развитие внутреннего каркаса в форме полый микросферы не позволяет рассматривать род *Provisocyntra* в качестве предковой формы рода *Copicyntra*, характеризующегося присутствием

Размеры в мкм	Абсолютные					Относительные			
	D	dp	tw	L	wL	D/dp	D/tw	L/D	L/wL
Очень большие, очень длинные и т.д.	500.0–180.1	40.0–25.1	8.0–7.1	750.0–250.1	60.0–50.1	4.0–10.0	1.0–20.0	10.0–2.1	0.5–4.0
Большие, длинные и т.д.	180.0–130.1	25.0–15.1	7.0–4.1	250.0–153.1	50.0–25.1	10.1–18.5	20.1–30.0	2.0–0.5	4.1–6.0
Маленькие, короткие и т.д.	130.0–88.1	15.0–6.1	4.0–2.1	153.0–52.1	25.0–15.1	18.6–63.0	30.1–100.0	0.4–0.1	6.1–13.0
Очень маленькие, очень короткие и т.д.	88.0–20.0	6.0–1.0	2.0–1.0	52.0–15.0	15.0–4.5	63.1–105.0	100.1–150.0	<0.1	13.1–25.0

Рис. 6. Основные абсолютные и относительные морфометрические параметры скелетов сферических радиолярий палеозоя (Афанасьева, 2000; Afanasieva et al., 2005): D — диаметр внешней сферы, dp — диаметр полигональный ячеек внешней оболочки, tw — ширина прутьев ячеек внешней оболочки, L — длина основных игл, wL — ширина основания основных игл.

внутренней спикеры, как это было предложено Назаровым и Ормистом (Nazarov, Ormiston, 1987).

Provisocyntra kononovae Afanasieva, sp. nov.

Табл. II, фиг. 1–7

Название вида — в честь палеонтолога и стратиграфа Л.И. Кононовой.

Голотип — ПИН, № 5508/17648; Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, инт. 1887.5–1888.25 м, обр. 6956; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус, зона конодонтов *Siphonodella duplicata* (рис. 2).

Описание. Скелет субсферический, большой (D = 132–178 мкм), имеет губчатую структуру и многочисленные основные иглы, которые пронизывают всю внутреннюю полость скелета. Внутренняя полость скелета заполнена соединенными тонкими стержневидными ветвями апофизов (tw = 4 мкм, D/tw = 33–45), формирующих губчатую ткань. Полигональные ячейки губчатой ткани большие (D/dp = 14–18), разного размера (dp = 9–13 мкм). При этом обращает на себя внимание развитие тончайшей сетки на поверхности скелета, образованной соединенными ветвями апофизов толщиной менее 2 мкм, которые формируют крупные полигональные ячейки размером до 20 мкм. Сетка, как правило, частично разрушена (табл. II, фиг. 46). Апофизы развиваются тангентальным способом перпендикулярно к оси основных радиальных игл (табл. II, фиг. 16, 26, 36, 76). Основные радиальные иглы на внешней поверхности скелета конической формы, относительно короткие (L/D = 0.1–0.3) и толстые (L/wL = 3–6), с отчетливо выраженным срединным каналом (табл. II, фиг. 26, 46). Сечение игл, как правило, округлое, очень редко субтреугольное (табл. II, фиг. 26). Строение внутреннего каркаса не установлено.

Размеры в мкм и отношения⁶ (рис. 6):

Экз. №	D	dp	tw	L	wL	D/dp	D/tw	L/D	L/wL
5508/17651	162	9	4	49	8	18	41	0.3	6
5508/17600	178	13	4	23	7	14	45	0.1	3
5508/17606	151	10	4	38	8	15	38	0.3	5
5508/17648	132	9	4	21	7	15	33	0.2	3

(голотип)

Сравнение. От типового вида *P. cassicula* Nazarov et Ormiston, 1987 из нижнего карбона Северной Дакоты США и из нижнетурнейских отложений Волго-Уральского бассейна, скв. Мелекесская-1 (рис. 4), характеризующегося развитием очень большого скелета (D = 284–455 мкм), длинными стержневидными иглами (L ≤ 225 мкм) и большими полигональными ячейками на внешней поверхности скелета (dp = 20–50 мкм), вид *P. kononovae* sp. nov. отличается меньшими размерами скелета (D = 132–178 мкм), более тонкими ветвями апофизов (4 мкм против 5–6 мкм у *P. cassicula*), короткими основными иглами конической формы (L = 21–49 мкм), меньшими размерами полигональных ячеек на внешней поверхности скелета (dp = 9–13 мкм) и развитием тончайшей крупноячеистой (dp ≥ 20 мкм) сетки на поверхности скелета.

Материал: 13 экз. из типового местонахождения (рис. 2).

Provisocyntra valminazae Afanasieva, sp. nov.

Табл. III, фиг. 1–3

Название вида — в честь палеонтолога и стратиграфа Валентины Михайловны Назаровой.

⁶ Статистический анализ абсолютных и относительных значений параметров раковин радиолярий палеозоя показал устойчивую закономерность изменения размеров скелета, его частей и их соотношений. Наличие таких устойчивых зависимостей позволяет оперировать при описании видов понятиями “очень большой”, “большой”, “маленький” или “очень маленький”, которым отвечают определенные ранжированные количественные величины (Афанасьева, 2000).

Голотип — ПИН, № 5508/6928-24; Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, инт. 1881.7–1883.2 м, обр. 6925; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус, зона конодонтов *Siphonodella duplicata* (рис. 2).

Описание. Скелет субсферический, очень большой ($D = 246\text{--}340$ мкм), имеет губчатую структуру и многочисленные основные иглы, которые пронизывают всю внутреннюю полость скелета. Внутренняя полость скелета заполнена соединенными очень тонкими стержневидными ветвями апофизов ($tw = 2\text{--}3$ мкм, $D/tw = 113\text{--}142$), формирующих губчатую ткань. Полигональные ячейки губчатой ткани большие ($D/dp = 24\text{--}36$), разного размера ($dp = 8\text{--}14$ мкм). Апофизы развиваются тангентальным способом перпендикулярно к оси основных радиальных игл (табл. III, фиг. 1а, 3а). Основные радиальные иглы на внешней поверхности скелета стержневидной формы, относительно длинные ($L/D = 0.4\text{--}0.7$) и тонкие ($L/wL = 8\text{--}10$), с отчетливо выраженным срединным каналом (табл. III, фиг. 1а, 3а). Сечение игл округлое. Внутренний каркас представлен очень маленькой пористой микросферой размером 20 мкм (табл. III, фиг. 1а).

Размеры в мкм и отношения (рис. 6):

Экз. №	D	dp	tw	L	wL	D/dp	D/tw	L/D	L/wL
5508/6928-24 (голотип)	284	8	2	134	16	36	142	0.5	8
5508/6914-27	340	14	3	120	20	24	113	0.4	6
5508/6928-11	246	8	2	175	18	31	123	0.7	10

Сравнение. См. вид *P. magniporosa* sp. nov.

Материал. Три экз. из нижнетурнейских отложений (зоны конодонтов *Siphonodella duplicata* и *Siphonodella belkai* — *Siphonodella quadruplicata*) скв. Мелекесская-1 (рис. 2).

Provisocyntra magniporosa Afanasieva, sp. nov.

Табл. III, фиг. 4, 5

Название вида от *magnus* лат. — большой, крупный и *porosus* лат. — пористый.

Голотип — ПИН, № 5508/6928-10; Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, инт. 1883.7–1883.8 м, обр. 6928; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус, зона конодонтов *Siphonodella duplicata* (рис. 2).

Описание. Скелет субсферический, очень большой ($D = 210\text{--}244$ мкм), имеет губчатую структуру и многочисленные основные иглы, которые пронизывают всю внутреннюю полость скелета. Внутренняя полость скелета заполнена соединенными тонкими стержневидными ветвями апофизов ($tw = 3$ мкм, $D/tw = 70\text{--}81$), формирующих губчатую ткань. Полигональные ячейки

губчатой ткани очень большие ($D/dp = 8\text{--}10$), разного размера ($dp = 21\text{--}30$ мкм). Апофизы развиваются тангентальным способом перпендикулярно к оси основных радиальных игл (табл. III, фиг. 4а, 4в, 5а). Основные радиальные иглы на внешней поверхности скелета стержневидной формы, иногда изогнутые (табл. III, фиг. 4б, 5б, 5в), длинные ($L/D = 0.5\text{--}0.6$) и очень тонкие ($L/wL = 15\text{--}25$), с отчетливо выраженным срединным каналом (табл. III, фиг. 4в, 5а). Сечение игл, как правило, округлое, очень редко субтреугольное (табл. III, фиг. 5а). Строение внутреннего каркаса не установлено.

Размеры в мкм и отношения (рис. 6):

Экз. №	D	dp	tw	L	wL	D/dp	D/tw	L/D	L/wL
5508/6928-10 (голотип)	244	30	3	120	7	8	81	0.5	17
5508/6914-13	212	22	3	125	5	10	71	0.6	25
5508/17620	210	21	3	135	9	10	70	0.6	15

Сравнение. От вида *P. valminazae* sp. nov., характеризующегося большими полигональными ячейками губчатой ткани ($dp = 8\text{--}14$ мкм) и тонкими основными иглами ($wL = 16\text{--}20$ мкм), новый вид *P. magniporosa* отличается наличием очень больших ячеек губчатой ткани ($dp = 21\text{--}30$ мкм) и очень тонкими основными иглами ($wL = 5\text{--}9$ мкм). При этом морфотипы обоих видов имеют в среднем сопоставимый размер внешней оболочки скелета: *P. valminazae*, $D \approx 290$ мкм и *P. magniporosa*, $D \approx 222$ мкм.

Материал. 4 экз. из нижнетурнейских отложений (зоны конодонтов *Siphonodella duplicata* и *Siphonodella belkai* — *Siphonodella quadruplicata*) скв. Мелекесская-1 (рис. 2).

Provisocyntra grandis Afanasieva, sp. nov.

Provisocyntra sp.: Nazarov, Ormiston, 1987, табл. 2, фиг. 11.

Название вида *grandis* лат. — большой, крупный, огромный.

Голотип — ПИН, № 5508/6928-09; Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, инт. 1883.7–1883.8 м, обр. 6928; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус, зона конодонтов *Siphonodella duplicata* (рис. 2).

Описание (рис. 7). Скелет субсферический, очень большой ($D = 462\text{--}472$ мкм), имеет губчатую структуру и многочисленные основные иглы, которые пронизывают всю внутреннюю полость скелета. Внутренняя полость скелета заполнена соединенными очень тонкими стержневидными ветвями апофизов ($tw = 3$ мкм, $D/tw = 154\text{--}157$), формирующих губчатую ткань. Полигональные ячейки губчатой ткани разного размера ($dp = 20\text{--}30$ мкм), маленькие и большие ($D/dp = 16\text{--}23$).

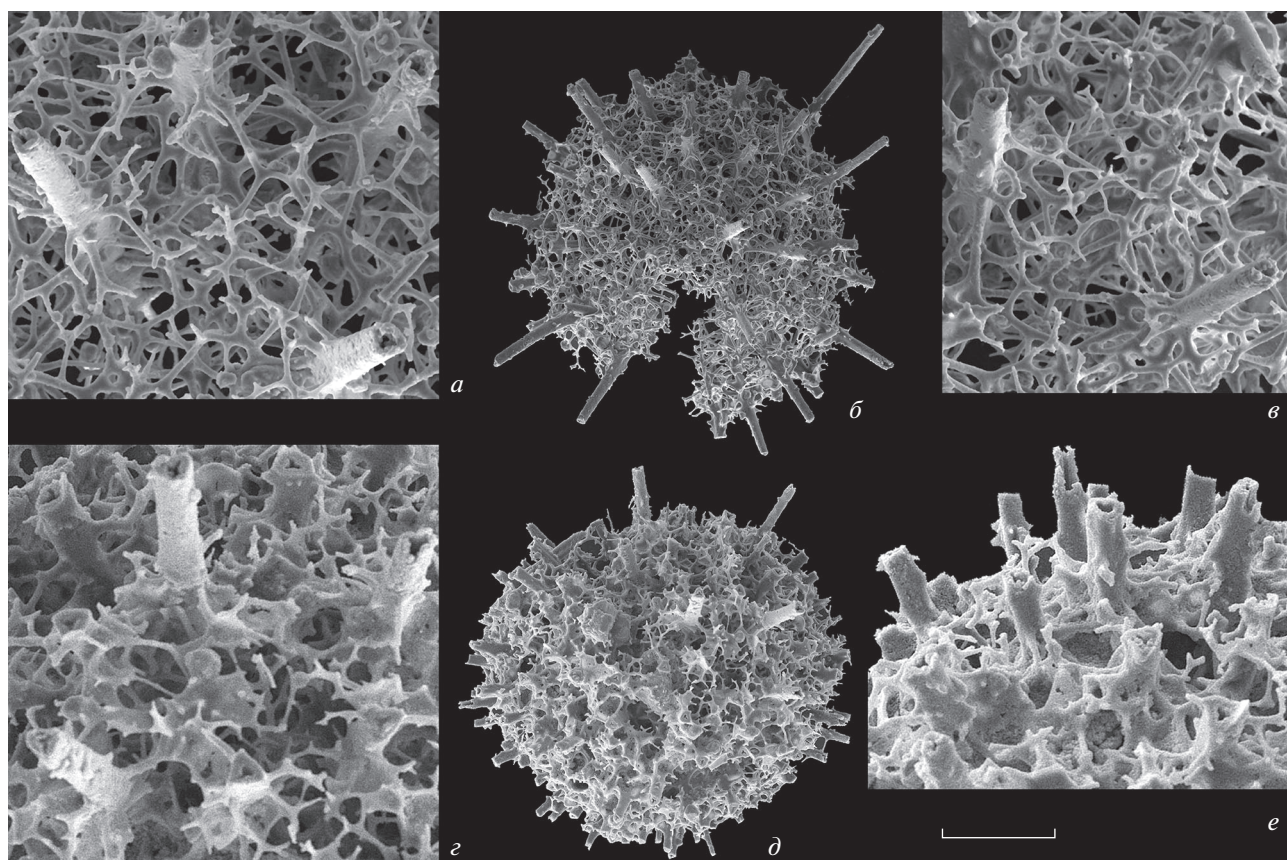


Рис. 7. Новый вид *Provisocyntra grandis* sp. nov. из нижнетурнейских отложений скв. Мелекесская-1, Волго-Уральский бассейн, Россия: *a–в* – голотип ПИН, № 5508/6928-09, инт. 1883.7–1883.8 м, обр. 6928: *a* – фрагмент, штрих = 50 мкм, *б* – штрих = 175 мкм, *в* – фрагмент, штрих = 54 мкм; *г–е* – экз. ПИН, № 5508/6925-10, инт. 1881.7–1883.2 м, обр. 6925: *г* – фрагмент, штрих = 50 мкм, *д* – штрих = 152 мкм, *е* – фрагмент, штрих = 50 мкм.

Апофизы развиваются тангентальным способом перпендикулярно к оси основных радиальных игл (рис. 7, *a, г*). Основные радиальные иглы на внешней поверхности скелета стержневидной формы, короткие (как правило, обломанные) ($L/D = 0.2–0.4$), тонкие ($L/wL = 6–11$), с отчетливо выраженным срединным каналом (рис. 7, *a, в, г, е*). По мере роста основные иглы сначала расширяются, а затем сужаются к терминальной части иглы (рис. 7, *a*). Сечение игл, как правило, округлое, реже субтреугольное (рис. 7, *a, г*). Строение внутреннего каркаса не установлено.

Размеры в мкм и отношения (рис. 6):

Экз. №	D	dp	tw	L	wL	D/dp	D/tw	L/D	L/wL
5508/6928-09 (голотип)	472	30	3	182	16	16	157	0.4	11
5508/6925-10	462	20	3	84	13	23	154	0.2	6

Сравнение. От всех других видов *Provisocyntra* из нижнетурнейских отложений скв. Мелекесская-1 новый вид *P. grandis* sp. nov. отличается

самым большим скелетом ($D = 462–472$ мкм) и самыми тонкими ветвями апофизов ($D/tw = 154–157$), формирующими губчатую ткань.

З а м е ч а н и я. Морфотип нового вида *P. grandis* sp. nov. похож на очень большой экземпляр *Provisocyntra* sp. (диаметр скелета 415 мкм) из нижневизейских отложений Оклахомы (Nazarov, Ormiston, 1987). В подписи к изображению *Provisocyntra* sp. Назаров и Ормистон (Nazarov, Ormiston, 1987, табл. 2, фиг. 11) написали, что это неописанный вид, характеризующийся наличием коротких игл и неправильными маленькими ячейками внешнего губчатого слоя. Особенности морфологии скелета позволяют, вслед за Назаровым и Ормистоном (Nazarov, Ormiston, 1987), уверенно отнести данный экземпляр к роду *Provisocyntra*, зафиксировать его присутствие в отложениях нижневизейского подъяруса и рассматривать в составе нового вида *P. grandis* sp. nov. (рис. 5).

М а т е р и а л. 3 экз.: два экз. из нижнетурнейских отложений (зона конодонтов *Siphonodella duplicata*) Волго-Уральского бассейна, Россия

(рис. 2); один экз. из нижневизейских отложений (зона конодонтов *Gnathodus texanus*) Оклахомы, США (Nazarov, Ormiston, 1987).

* * *

Автор приносит свою искреннюю благодарность: А.С. Алексееву и Г.П. Нестелл за плодотворное обсуждение вопросов статьи; В.С. Вишневецкой за ценные советы и конструктивные рекомендации; Л.И. Кононовой за консультации относительно возраста вмещающих пород; Л.И. Кононовой и В.М. Назаровой за предоставленный материал по радиоляриям; А.Ф. Банникову и Я.М. Кузьминой за ценные советы и замечания при подготовке статьи к печати.

Исследование морфологии радиолярий проводилось на сканирующих электронных микроскопах CamScan и TESCAN на базе Палеонтологического ин-та им. А.А. Борисяка РАН (ПИН). Коллекция радиолярий № 5508 (турнейский ярус, нижний карбон) хранится в ПИН РАН. Систематика радиолярий приведена по работам автора (Afanasieva et al., 2005; Афанасьева, Амон, 2006). Измерения элементов скелетов радиолярий и морфометрический анализ абсолютных и относительных значений параметров раковин радиолярий палеозоя проводились по стандартной методике (рис. 6) (Афанасьева, 2000; Afanasieva et al., 2005).

Работа выполнена в рамках бюджетной программы (государственного задания) ПИН РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Афанасьева М.С. Новый вариант систематики радиолярий палеозоя // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России: новые результаты и новые перспективы. Матер. XIII Геол. съезда Республики Коми. Сыктывкар: ИГ КНЦ УрО РАН, 1999. Т. II. С. 253–256.
- Афанасьева М.С. Атлас радиолярий палеозоя Русской платформы. М.: Научн. мир, 2000. 480 с.
- Афанасьева М.С. Скелет радиолярий: формирование и морфология оболочек скелета // Палеонтол. журн. 2006. № 5. С. 13–24.
- Афанасьева М.С., Амон Э.О. Новая классификация радиолярий // Палеонтол. журн. 2003. № 6. С. 72–86.
- Афанасьева М.С., Амон Э.О. Радиолярии. М.: ПИН РАН, 2006. 320 с.
- Афанасьева М.С., Кононова Л.И. О радиоляриях и конодонтах нижнего карбона Волго-Уральского бассейна (Мелекесская св. 1) // Теоретические и прикладные аспекты палеонтологии. Матер. LXVII сесс. Палеонтол. об-ва при РАН. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2021. С. 9–10.
- Назаров Б.Б. Радиолярии палеозоя. Л.: Недра, 1988. 232 с. (Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 2 / Ред. Жамойда А.И.).
- Afanasieva M.S., Amon E.O., Agarkov Yu.V., Boltovskoy D.S. Radiolarians in the geological Record // Paleontol. J. 2005. V. 39. Suppl. 3. P. 135–392.
- Afanasieva M.S., Kononova L.I. Early Tournaisian radiolarians and conodonts of the Volga-Ural Basin (Melekesskaya Borehole-1) // Kazan Golovkinsky Stratigr. Meeting, 2021. Sixth All-Russian Conf. "Upper Paleozoic of Russia" October 18–22, 2021, Kazan, Russia: collection of abstracts. P. 11.
- Deflandre G. Sur le sens de développement centrifuge ou centripète des éléments de la coque des Radiolaires Sphaerellaires // C. R. Acad. Sci. 1964. V. 259. № 13. P. 2117–2119.
- De Wever P., Dumitrica P., Caulet J.P. et al. Radiolarians in the sedimentary record. Amsterdam: Gordon and Breach Sci. Publ., 2001. 533 p.
- Enriques P. Formazione e sviluppo dello scheletro siliceo nei radiolari // Boll. Sci. Ital. Biol. Sperimentale. 1931. V. 6. № 4. P. 350–356.
- Feng Q., Gu S., He W., Jin Y. Latest Permian Entactinaria (Radiolaria) from southern Guangxi, China // J. Micropaleontol. 2007. V. 26. № 1. P. 19–37.
- Hollande A., Enjumet M. Cytologie, évolution et systématique des Sphaeroïdes (Radiolaires) // Arch. Muséum Nat. Hist. Natur. Sér. 7. 1960. № 7. 134 p.
- Kling S.A. Radiolaria // Introduction to Marine Micropaleontology / Eds. Haq B.U., Boersma A. N.-Y.: Elsevier, 1978. P. 202–244.
- Nazarov B.B., Ormiston A.R. A new Carboniferous radiolarian genus and its relation to the multishelled entactiniids // Micropaleontol. 1987. V. 33. № 1. P. 66–73.
- Nestell G.P., Nestell M.K. Roadian (Earliest Guadalupian, Middle Permian) radiolarians from the Guadalupe Mountains, West Texas, USA. Part II: Spongy radiolarians (Entactinaria? and Spumellaria) // Micropaleontol. 2021. V. 67. № 6. P. 527–555.
- Noble P., Aitchison J.C., Danelian T. et al. Taxonomy of Paleozoic radiolarian genera // Catalogue of Paleozoic radiolarian genera / Eds. Danelian T., Caridroit M., Noble P., Aitchison J.C. P., 2017. P. 419–502 (Geodiversitas. V. 39. № 3).
- Noble P.J., Jin Y. Radiolarians from the Lamar Limestone, Guadalupe Mountains, West Texas // Micropaleontol. 2010. V. 56. № 1–2. P. 117–147.
- Schwarz A. Über den Körperbau der Radiolaren. Ergebnisse paläontologischer Arbeitsmethoden // Abh. Senckenb. Naturforsch. Ges. 1931. Bd 43. № 1. S. 1–17.
- Stürmer W. Das Wachstum silurischer Sphaerellarien und ihre späteren chemischen Umwandlung // Paläontol. Z. 1966. Bd 40. № 3/4. S. 257–261.
- Won M.-Z. Radiolarians aus dem Unterkarbon des Rheinischen Schiefergebirges (Deutschland) // Palaeontogr. Abt. A. 1983. Bd 182. № 4–6. S. 116–175.
- Won M.-Z. The proposed new radiolarian subfamily Retentactiniinae (Entactiniidae) from the Late Devonian (Frasnian) Gogo formation, Australia // Micropaleontol. 1997. V. 43. № 4. P. 371–418.

Объяснение к таблице II

Фиг. 1–7. *Provisocyntra kononovae* sp. nov.: 1 – экз. ПИН, № 5508/17651: 1а – штрих = 60 мкм, 1б – штрих = 20 мкм; 2 – экз. ПИН, № 5508/17606: 2а – штрих = 180 мкм, 2б – фрагмент, штрих = 53 мкм; 3 – голотип ПИН, № 5508/17648, штрих = 50 мкм; 4 – экз. ПИН, № 5508/17600: 4а – штрих = 60 мкм, 4б – фрагмент, штрих = 20 мкм; 5 – экз. ПИН, № 5508/17626, штрих = 70 мкм; 6 – экз. ПИН, № 5508/17621, штрих = 67 мкм; 7 – экз. ПИН, № 5508/17639: 7а – штрих = 74 мкм, 7б – фрагмент, штрих = 30 мкм; Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, инт. 1887.5–1888.25 м, обр. 6956; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус.

Объяснение к таблице III

Фиг. 1–3. *Provisocyntra valminazae* sp. nov.: 1 – голотип ПИН, № 5508/6928–24: 1а – фрагмент, видны остатки микро-сферы (показано стрелкой), штрих = 34 мкм, 1б – штрих = 113 мкм; 2 – экз. ПИН, № 5508/6928–11: 2а – штрих = 104 мкм, 2б – фрагмент, штрих = 23 мкм; 3 – экз. ПИН, № 5508/6914–27: 3а – фрагмент, штрих = 35 мкм, 3б – штрих = 118 мкм.

Фиг. 4, 5. *Provisocyntra magniporosa* sp. nov.: 4 – голотип ПИН, № 5508/6928–10: 4а – фрагмент, штрих = 55 мкм, 4б – штрих = 125 мкм, 4в – фрагмент, штрих = 42 мкм; 5 – экз. ПИН, № 5508/6914–13: 5а – фрагмент, штрих = 16 мкм, 5б – штрих = 77 мкм, 5в – фрагмент, штрих = 32 мкм.

Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1: инт. 1883.7–1883.8 м, обр. 6928 (фиг. 1, 2, 4), инт. 1881.7–1883.2 м, обр. 6914 (фиг. 3, 5); нижний карбон, нижнетурнейский подъярус.

A New Radiolarian Family Provisocyntridae fam. nov. from the Late Paleozoic

M. S. Afanasieva

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 117647 Russia

The genus *Provisocyntra* Nazarov et Ormiston, 1987 is revised and emended. The features of the simultaneous centrifugal and tangential types of growth of the *Provisocyntra* skeleton are analyzed. The presence of an inner framework in the form of a microsphere is confirmed. The species composition is expanded to include ten species from the Carboniferous – Middle Permian. Four new species of Early Tournaisian radiolarians from the Volga-Ural Basin are described: *Provisocyntra grandis* sp. nov., *P. kononovae* sp. nov., *P. magniporosa* sp. nov., and *P. valminazae* sp. nov. A new family Provisocyntridae fam. nov. is established. The diagnosis and composition of the order Spongiata Afanasieva et Amon, 2003 are emended.

Keywords: Radiolaria, Spumellaria, morphology, revision, new taxa, Carboniferous, Middle Permian

