

# РАДИОЛЯРИИ И КОНОДОНТЫ ПОЗДНЕГО ТУРНЕ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ, РОССИЯ

М. С. Афанасьева<sup>1</sup>, Л. И. Кононова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, e-mail: mafan@paleo.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, e-mail: conodont@mail.ru

## LATE TOURNASIAN RAD IOLARIANS AND CONODONTS FROM THE ORENBURG REGION, RUSSIA

M. S. Afanasieva<sup>1</sup>, L. I. Kononova<sup>2</sup>

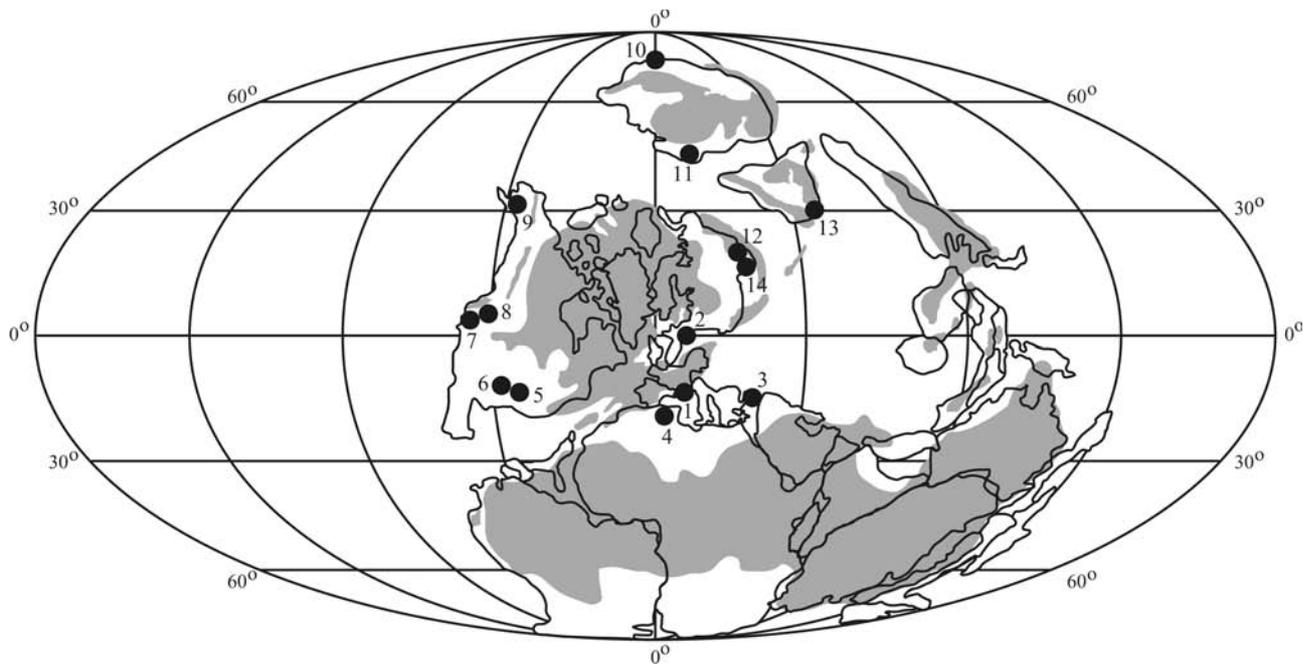
<sup>1</sup> Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: mafan@paleo.ru

<sup>2</sup> Moscow State University, Moscow, Russia, e-mail: conodont@mail.ru

Radiolarian zonations of the Low-Middle Carboniferous of Northern America and Western Europe are based on trends in evolution of genera *Albaillella* and *Pseudoalbaillella*. They occurred against a background of development of numerous spherical, stauraxon and pylomate forms of radiolarians. The comparative analysis of the Lower Carboniferous radiolarians has shown the absence of *Albaillellata* and mass occurrence of spherical Entactiniidae in Tournaisian sediments of the Precaspian Basin and Orenburg Region. For the first time, we recorded the Late Tournaisian radiolarians from the lower part of the Cherepets Horizon in the Mologosvitskaya Borehole-200, interval 2939–2946, in the Orenburg Region of Southern Fore-Urals. The same beds yielded Late Tournaisian conodonts of the *Siphonodella quadruplicata* (= *Lower crenulata*) Zone. The new assemblage includes seven species of spherical radiolarians *Belowea tenuistesta*, *Bientactinosphaera altasuleata*, *B. liquidambarfructa*, *Entactinia inaequoporosa*, *E. ormistoni*, *E. rostriformis*, *E. vulgaris*, and one spiny species *Palacantholithus stellatus*. The species of the new Late Tournaisian radiolarian assemblage are identical to spherical radiolarians of Rhenish Slate Mountains of Germany; but radiolarians from the Orenburg Region are less diverse taxonomically than the Lower Carboniferous radiolarian assemblage from Germany. Therefore we consider the Late Tournaisian radiolarian association as a characteristic assemblage of a new biostraton, Beds with *Entactinia ormistoni*. The ecological adaptation of Tournaisian radiolarians reflect ecological changes of the environment, which happened synchronously with changes of physical-geographical characteristics in the ancient basins.

Раннекаменноугольные турнейские радиолярии известны в настоящее время: (1) из фосфатных конкреций гор Монтань-Нуар Южной Франции [Deflandre, 1952, 1958, 1960, 1964, 1972, 1973; Gourmelon, 1985, 1986, 1987]; (2) в кремнисто-сланцевых толщах формации Балталимани Турции [Holdsworth, 1973, 1977; Noble et al., 2008]; (3) в Северной Америке в нижней толще сикаморских известняков Оклахомы [Ormiston, Lane, 1976], из формаций Форд Лейк на Аляске и Фиш-Крик Рейндж Невады [Holdsworth, Jones, 1980], из каменноугольных отложений Оклахомы и Арканзаса [Cheng, 1986], в разрезе Кринер Хиллс Оклахомы [Schwartzapfel, Holdsworth, 1996]; (4) из шарфтенбергских сланцев Рейнских сланцевых гор Германии [Won, 1983, 1991, 1998; Braun, 1990]; (5) из фосфатных конкреций пачки Нодулар Бед провинции Бекар на западе Алжирской Сахары [Gourmelon, 1988]; (6) в офиолитовой формации Чарской зоны Казахстана, в кремнистых сланцах Ошских гор Средней Азии и в кремнистых отложениях Понтонейских гор Корякского нагорья [Назаров, 1975, 1988; Назаров, Ормистон, 1990; Nazarov, Ormiston, 1993]; (7) в органогенно-детритовых известняках бортовых уступов Прикаспийской впадины [Афанасьева, 1987, 2000]; (8) в Оренбургском Предуралье (рис. 1).

Американские и западноевропейские радиоляриевые шкалы нижнего – среднего карбона основаны на закономерностях эволюционного становления родов *Albaillella* и *Pseudoalbaillella*



**Рис. 1. Распространение радиолярий в турнейских отложениях нижнего карбона**

**Условные обозначения:** 1 — Южная Франция; 2 — Германия (Рейнские сланцевые горы); 3 — Турция; 4 — Северная Африка; 5–9 — США: 5 — Арканзас, 6 — Оклахома, 7 — Калифорния, 8 — Невада, 9 — Аляска; 10–12 — Россия: 10 — Дальний Восток, Пенжинский хребет, 11 — Восточная Якутия, 12 — Оренбургское Предуралье; 13, 14 — Казахстан: 13 — Чарская зона, 14 — Прикаспийская впадина. Местонахождения радиолярий нанесены на схему реконструкции континентов и океанов нижнего карбона [Scotese, McKerrow, 1990]

(см. табл. 1 в [Афанасьева, Амон, настоящий сборник]), происходившего на фоне развития многочисленных сферических, ставраксонных и пилонных форм радиолярий.

Сравнительный анализ комплексов радиолярий карбона Прикаспийской впадины и Южного Урала [Афанасьева и др., 2002] показал полное отсутствие в раннем — среднем карбоне *Albaillellata* (единичные сильно перекристаллизованные *Parafollicucullus* и *Pseudoalbaillella* появляются только в верхах московского подъяруса) и массовое распространение сферических радиолярий Entactiniidae.

Комплексы радиолярий нижнего турне — нижнего башкира Прикаспийской впадины характеризуются появлением и широким распространением радиолярий с пиломом рода *Caspiazza*, которые развиваются на фоне сферических форм *Bientactinosphaera aenigma* (Nazarov), *Spongentactinia fungosa* Nazarov, *Astroentactinia mendosa* Nazarov, *A. paronae* (Hinde) [Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1987, 2000]. Анализ распределения различных представителей радиолярий по разрезу каменноугольных отложений массива Карачаганак и по семи площадям северного, восточного и южного бортов Прикаспийской впадины позволил выделить пять характерных комплексов радиолярий нижнетурнейского — нижнебашкирского возраста: Entactiniidae gen. et sp. indet., *Caspiazza* spp. — *Tormentum ruestae*, *Caspiazza* spp. — *Astroentactinia paronae*, *Caspiazza calva* — *Caspiazza aculeata*, *Caspiazza* spp. — *Bientactinosphaera aenigma* (см. табл. 1 в [Афанасьева, Амон, настоящий сборник]).

Однако радиолярии в низах турнейского яруса Прикаспия имеют крайне неудовлетворительную сохранность, сильно перекристаллизованы, замещены низкотемпературным кварцем и редко могут быть определены даже до родового уровня. Точное определение радиолярий, лишенных каких-либо внешних и внутренних структурных элементов, невозможно. И только в редких случаях на сферах видны основания трехгранных игл. Вместе с тем массовое присутствие сферических радиолярий позволило установить в основании нижнетурнейского подъяруса Прикаспийской впадины слои с Entactiniidae gen. et sp. indet. [Афанасьева и др., 1986; Афанасьева, 1987, 2000] (см. табл. 1 в [Афанасьева, Амон, настоящий сборник]), возраст которых по конодонтам *Siphonodella* ex gr. *semichatovae* Kon. et Lipn. соответствует нижней половине турне [Журавлев, 2000].

Похожая картина наблюдается на западе Европы в нижнекаменноугольных разрезах Германии и Бельгии, где отмечены различные варианты диагенетических трансформаций скелетов радиолярий, приводящие к перекристаллизации и замещению первичного опала низкотемпературным кварцем и другими минералами [Braun, 1990; Braun, Amon, 1991].

Первые радиолярии достаточно хорошей сохранности позднетурнейского возраста обнаружены нами в нижней части черепетского горизонта в разрезе скв. Мологосвицкая-200, инт. 2939–2946 м Оренбургского Предуралья.

В данном интервале разреза вместе с радиоляриями найдены конодонты *Siphonodella crenulata* Cooper, 1939, *S. cooperi* Hass, 1959, *S. obsoleta* Hass, 1959, *Pseudopolygnathus triangulus* Voges, 1959, *Neoprioniodus* sp. и *Hindeodus* sp. Комплекс типичен для зоны Lower crenulata стандартной конодонтовой шкалы [Sandberg et al., 1978], которой в России отвечает зона *Siphonodella quadruplicata*, характеризующая нижнюю часть черепетского горизонта верхнетурнейского подъяруса (табл. 1).

Комплекс конодонтов зоны Lower crenulata широко распространен в различных регионах. Он отмечен в Северной Америке и Европе [Sandberg et al., 1978], прослежен на Южном Урале [Пазухин, 1982], в Башкирском Приуралье [Пазухин, Барышев, 1997], на Южном Тянь-Шане [Bardasheva et al., 2004] и встречен в Китае в провинции Yunnan [Dong, Wang, 2006]. Представители рода *Siphonodella* обычно распространены в депрессионных участках бассейна, следовательно, вскрытые черепетские отложения образовывались в относительно глубоководных условиях.

Таблица 1

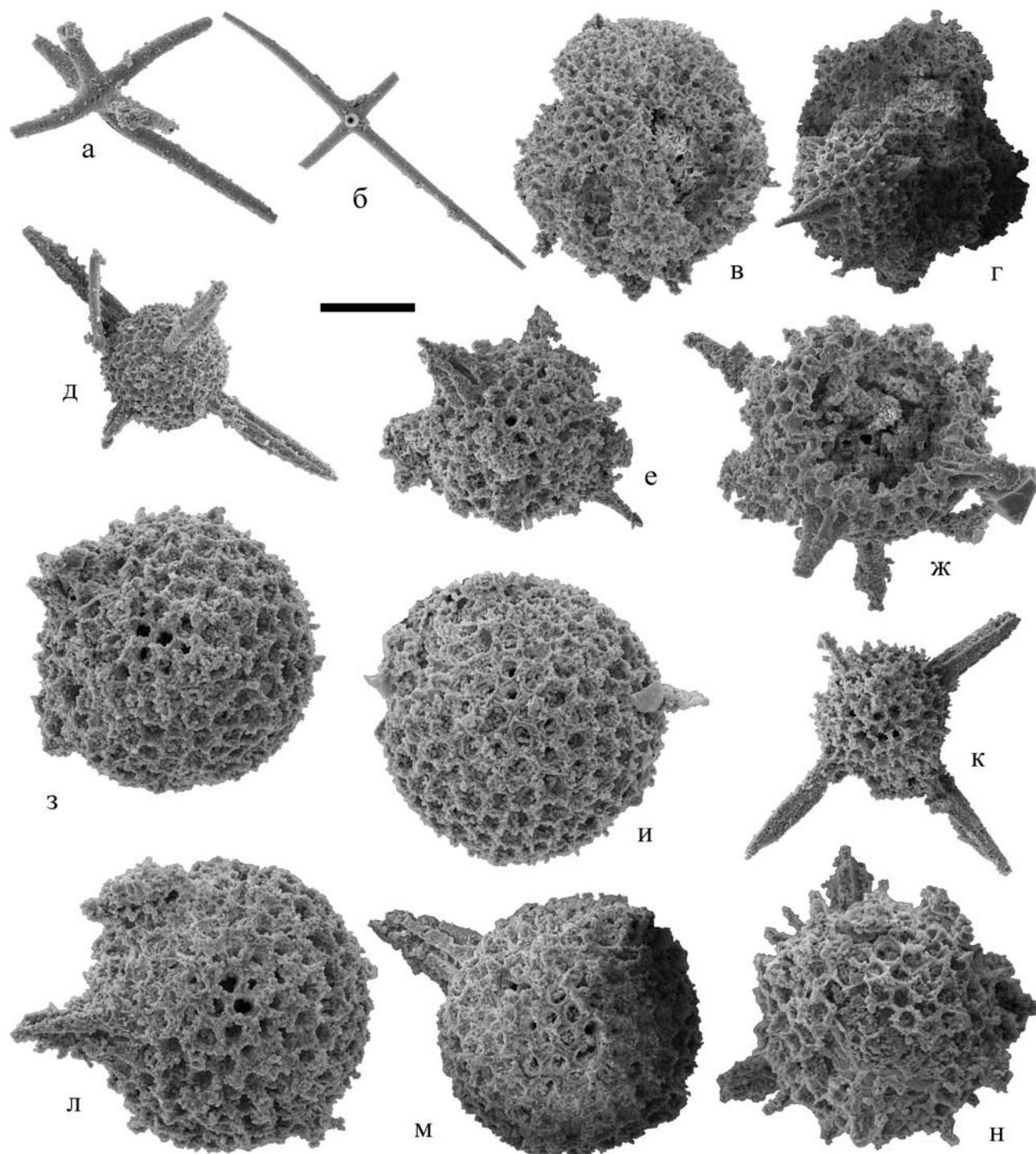
**Сопоставление стратиграфических схем расчленения турнейских отложений Русской платформы со стандартной конодонтовой шкалой**

Ярус	Подъярус	Горизонт	Конодонтовые зоны	
			Общая шкала каменноугольной системы России (фрагмент) [Постановление МСК, 2003]	Стандартная конодонтовая шкала [Sandberg et al., 1978]
Турнейский	Верхний	Косьвинский	Dollymae bouckaerti	
			Scaliognathus anchoralis	
		Кизеловский	Gnathodus typicus	
		Черепетский	Siphonodella isosticha	isosticha – Upper crenulata – Zone
	Siphonodella quadruplicata		Lower crenulata – Zone	
	Нижний	Упинский	Siphonodella belkai	sandbergi – Zone
		Малевский	Siphonodella duplicata	Upper duplicata – Zone
Lower duplicata – Zone				
Гумеровский	Siphonodella sulcata	sulcata – Zone		

Новый комплекс радиолярий (рис. 2) объединяет преимущественно сферические формы: *Belowea tenuistesta* Won, 1983, *Bientactinosphaera altasuleata* Won, 1983, *B. linqidombarfructa* Ormiston, Lane, 1976, *Entactinia ormistoni* Won, 1983, *E. inaequoporosa* Won, 1983, *E. rostriformis* Afanasieva, Amon, 2008, *E. vulgaris* Won, 1983, и один иглистый вид *Palacantholithus stellatus* Deflandre, 1973. Рассматриваемые радиолярии позволили нам установить новый верхнетурнейский биостратон слой с *Entactinia ormistoni* (табл. 1 в [Афанасьева, Амон, настоящий сборник]).

При этом, несмотря на то, что таксономический состав радиолярий Оренбургского Предуралья менее разнообразен (8 видов 4 родов), чем комплекс радиолярий Рейнских сланцевых гор (51 вид 22 родов), установленные виды идентичны сферическим радиоляриям нижнего карбона Германии [Won, 1983].

Таким образом, экологическая адаптация радиолярий в турнейском веке отражает изменения среды обитания, происходившие синхронно с изменением физико-географических условий древних бассейнов. При этом наиболее устойчивые погружения происходили на востоке Русского моря и на западе Уральского моря.



**Рис. 2. Позднетурнейские иглистые (а, б) сферические (в–н) радиолярии Оренбургского Предураля, скв. Мологосвицкая-200, инт. 2939–2946 м, обр. М-220/6-1**

а, б — *Palacantholithus stellatus* Deflandre, 1973: а — экз. № 089-15666 (штрих = 148 мкм), б — экз. № 089-15658 (штрих = 367 мкм); в, г — *Belowea tenuistesta* Won, 1983: в — экз. № 193-15678 (штрих = 86 мкм), г — экз. № 193-15686 (штрих = 98 мкм); д — *Bientactinosphaera altasuleata* Won, 1983, экз. № 192-15661 (штрих = 114 мкм); е, ж — *B. liquidambarfructa* Ormiston, Lane, 1976: е — экз. № 230-15674 (штрих = 76 мкм), ж — экз. № 230-15669 (штрих = 76 мкм); з, и — *Entactinia inaequoporosa* Won, 1983: з — экз. № 191-15665 (штрих = 63 мкм), и — экз. № 191-15676 (штрих = 63 мкм); к — *E. ormistoni* Won, 1983, экз. № 222-15670 (штрих = 100 мкм); л, м — *E. rostriformis* Afanasieva, Amon, 2008: л — экз. № 198-15668 (штрих = 61 мкм), м — экз. № 198-15681 (штрих = 68 мкм); н — *E. vulgaris* Won, 1983, экз. № 223-15683 (штрих = 57 мкм)

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем» и РФФИ, проект № 07-04-00649.

## Литература

- Афанасьева М.С.** Атлас радиоларий палеозоя Русской платформы. Москва: Научный Мир, 2000. 480 с.
- Афанасьева М.С., Амон Э.О., Чувашов Б.И.** Радиоларии в биостратиграфии и палеогеографии карбона Прикаспия и Южного Предуралья // Литосфера. 2002. № 4. С. 22–62.
- Назаров Б.Б.** Радиоларии палеозоя. Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 2. Л.: Недра, 1988. 232 с.
- Назаров Б.Б., Ормистон А.Р.** Биостратиграфический потенциал радиоларий палеозоя // Радиоларии в биостратиграфии. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. С. 3–25.
- Пазухин В.Н.** Позднетурнейские комплексы конодонтов Урала // Верхний докембрий и палеозой Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1982. С. 107–115.
- Пазухин В.Н., Барышев В.Н.** Конодонтовые комплексы фаменско-турнейских отложений Башкирского Приуралья // Биостратиграфия и нефтегазоносность палеозоя Башкирского Приуралья. Вып. 93. Уфа: БашНИПИнефть, 1997. С. 49–63.
- Braun A.** Evolutionary trends and biostratigraphic potential of selected radiolarian taxa from the Early Carboniferous of Germany // Marine Micropaleontol. 1990. Vol. 15. P. 351–364.
- Holdsworth B.K., Jones D.L.** Preliminary radiolarian zonation for Late Devonian through Permian time // Geology. 1980. No. 8. P. 281–285.
- Nazarov B.B., Ormiston A.R.** New biostratigraphically important Paleozoic Radiolaria of Eurasia and North America // Radiolaria of giant and subgiant fields in Asia. New York: Micropaleontology Press, 1993. Special publ. No. 6. P. 22–60.
- Ormiston A.R., Lane H.R.** A unique radiolarian fauna from the Sycamore Limestone (Mississippian) and its biostratigraphic significance // Palaeontographica. 1976. Abh. A. Bd 154. S. 154–180.
- Bardasheva N.P., Bardashev I.A., Weddige K., Ziegler W.** Stratigraphy and conodonts of the Lower Carboniferous of the Shishkat Section (southern Tien Shan, Tajikistan) // Senckergiana Lethaea. 2004. Bd 84, № 1–2. P. 225–301.
- Dong Zhi-Zhong, Wang Wei.** The Cambrian-Triassic Conodont faunas in Yunnan, China // Regional Geological Survey. Yunnan Inst. Geological Survey. 2006. 347 p.
- Noble P., Tekin K., Gedik I., Pehlivan S.** Middle to Upper Tournasian Radiolaria of the Baltalimani Formation, Istanbul, Turkey // J. Paleontol. 2008. Vol. 82, No 1. P. 37–56.
- Sandberg Ch.A., Ziegler W., Leuteritz K., Brill S.M.** Phylogeny, speciation, and zonation of Siphonodella (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous) // Newsl. Stratigr. 1978. Vol. 7, No 2. P. 102–120.
- Won M.-Z.** Radiolarien aus dem Unter-Karbon des Rheinischen Schiefergebirges (Deutschland) // Palaeontographica. 1983. Abt. A. Bd 182, No 4–6. S. 116–175.
- Won M.-Z.** A Tournasian (Lower Carboniferous) radiolarian zonation and radiolarians of the A. pseudoparadoxa Zone from oese (Rheinische Schiefergebirge), Germany // J. Korea Earth Science Society. 1998. Vol. 19, No 2. P. 216–259.