

УДК 563.14:551.734.5/.735.1(234.81+470.42)

## НОВЫЙ РОД *NESTELLIANA* GEN. NOV. И НОВЫЕ ВИДЫ РАДИОЛЯРИЙ ПОЗДНЕГО ДЕВОНА ПОЛЯРНОГО УРАЛА И РАННЕГО КАРБОНА ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО БАССЕЙНА РОССИИ

© 2022 г. М. С. Афанасьева\*

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

\*e-mail: [afanasieva@paleo.ru](mailto:afanasieva@paleo.ru)

Поступила в редакцию 30.04.2021 г.

После доработки 18.05.2021 г.

Принята к публикации 18.05.2021 г.

Из отложений нижнего турне нижнего карбона Волго-Уральского бассейна и нижнего фамена верхнего девона Полярного Урала описаны новый род *Nestelliana* gen. nov. и два новых вида радиолярий: *N. glomerosa* sp. nov. и *N. grassiclatrata* sp. nov.

**Ключевые слова:** Radiolaria, новые род и виды, нижефаменский подъярус, нижнетурнейский подъярус, Полярный Урал, Волго-Уральский бассейн, Россия

**DOI:** 10.31857/S0031031X22010020

В настоящее время впервые в истории исследования радиолярий в отложениях нижнего турне нижнего карбона скв. Мелекесской-1 Волго-Уральского бассейна (рис. 1) встречены радиолярии очень хорошей сохранности. Радиолярии представлены 25 видами из девяти родов. При этом половина видов пока не известна науке и будет описана в специальных работах, посвященных новым таксонам радиолярий.

Настоящая статья посвящена описанию удивительного и очень редкого морфотипа радиолярий в виде клубка хаотично переплетающихся апофизов, заполняющих всю внутреннюю полость скелета. Необычная морфология скелета впервые была проиллюстрирована Ф. Гурмелон (Gourmelon, 1987) при описании радиолярий из отложений среднего – начала верхнего турне нижнего карбона гор Монтань-Нуар Франции (Vachard et al., 2017). Среди них обращает на себя внимание морфотип с хаотичным переплетением апофизов, образующих широкоячеистую структуру скелетной ткани, заполняющей всю внутреннюю часть скелета (рис. 2, а, б). Однако Гурмелон (Gourmelon, 1987) отнесла этот морфотип радиолярий к виду *Polyentactinia polygonia* Foreman, 1963.

Аналогичный морфотип из сросшихся радиальных и тангенциальных стержней (рис. 2, в) был обнаружен А. Брауном и Р. Шмидт-Эффингом (Braun, Schmidt-Effing, 1988) из отложений нижнего визе (слои *Pericyclus-Delta*) нижнего

карбона Франкенвальда (Бавария) и также отнесен к виду *P. polygonia*.

Вместе с тем, вид *P. polygonia* (рис. 3, а, б) отличается формированием шести- или восьмилучевой двойной спикулы, от лучей которой на разных расстояниях отходят прямые или слегка изогнутые шипики, которые разветвляются и анастомозируют, и образуют очень рыхлую решетчатую оболочку с угловыми ячейками<sup>1</sup> (Foreman, 1963). То есть, морфологические особенности скелета *P. polygonia* характеризуются наличием одной решетчатой оболочки с угловыми широкими ячейками и отсутствием заполнения внутреннего объема скелета рыхлой ячеистой скелетной тканью.

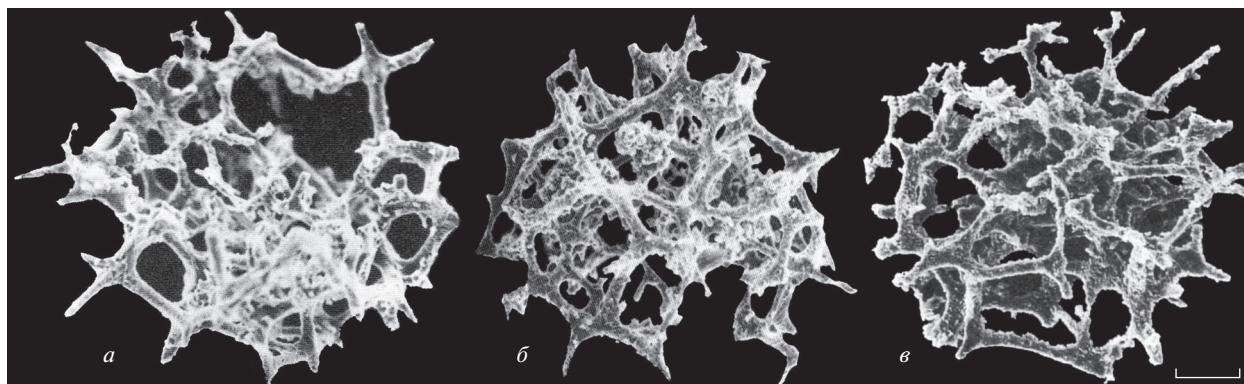
Следовательно, морфотипы (рис. 2, а–в), описанные Гурмелон (Gourmelon, 1987), Брауном и Шмидт-Эффингом (Braun, Schmidt-Effing, 1988), принципиально отличаются от представителей *P. polygonia* и могут быть рассмотрены в составе нового рода и вида: *Nestelliana glomerosa* sp. nov.

Своеобразный морфотип радиолярий в виде клубка хаотично переплетающихся апофизов был встречен в отложениях нижнего фамена верхнего девона Полярного Урала и изначально был определен как *Tetragregnon quadrispinosa* (Foreman,

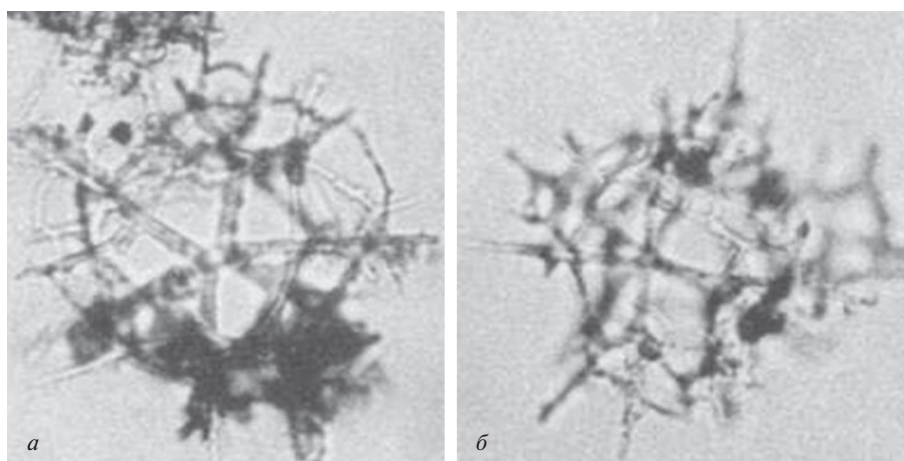
<sup>1</sup> “A six- to eight-rayed double spicule, from the rays of which arise straight spinules that branch and anastomose. The spinules arise at various distances along each ray, their branches are few and straight or only slightly curved, and the resultant meshwork is very loose and formed of few angular meshes” (Foreman, 1963, с. 281).



**Рис. 1.** Местонахождение радиолярий *Nestelliana* gen. nov.: *a* – Полярный Урал, р. Пальник-Ю; *б* – Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1.



**Рис. 2.** Морфотипы *Nestelliana glomerosa* sp. nov.: *a, б* – восстановлено из: Gourmelon, 1987 (табл. 10, фиг. 1, 5),  $\times 300$ : *a* – экз. LPB 12819, *б* – экз. LPB 12808; *в* – восстановлено из: Braun, Schmidt-Effing, 1988 (рис. 23), экз. REM 12/2, штрих 30 мкм.



**Рис. 3.** *Polyentactinia polygonia* Foreman, 1963: *a, б* – восстановлено с увеличением размера фотографий из: Foreman, 1963 (табл. 5, фиг. 1а, 1б): *a* – шестилучевая спикула, экз. USNM 640455,  $\times 320$ ; *б* – восьмилучевая спикула, экз. USNM 640454,  $\times 320$ .

1963) (Afanasieva, Amon, 2011; Афанасьева, Амон, 2012; Афанасьева, 2020; Afanasieva, 2020). Однако современные исследования показали ошибочность этого определения, а особенности морфологии позволяют уверенно отнести данный морфотип к новому роду *Nestelliana* gen. nov. (табл. I, фиг. 2–4 (см. вклейку).

Таким образом, необычный клубковидный морфотип радиолярий встречается в отложениях: (1) нижнего фанера верхнего девона Полярного Урала России; (2) нижнего турне нижнего карбона Волго-Уральского бассейна России; (3) среднего–начала верхнего турне нижнего карбона гор Монтань-Нуар Франции; (4) нижнего визе (слой *Pericyclus-Delta*) нижнего карбона Франкенвальда Германии.

Данный морфотип радиолярий описывается ниже в качестве нового рода *Nestelliana* gen. nov. с

двумя новыми видами: *N. glomerosa* sp. nov. и *N. gracilatrata* sp. nov.

ОПИСАНИЕ ТАКСОНОВ  
ТИП RADIOLARIA  
НАДКЛАСС POLYCYSTINA  
КЛАСС SPUMELLARIA  
ОТРЯД CANCELLIATA

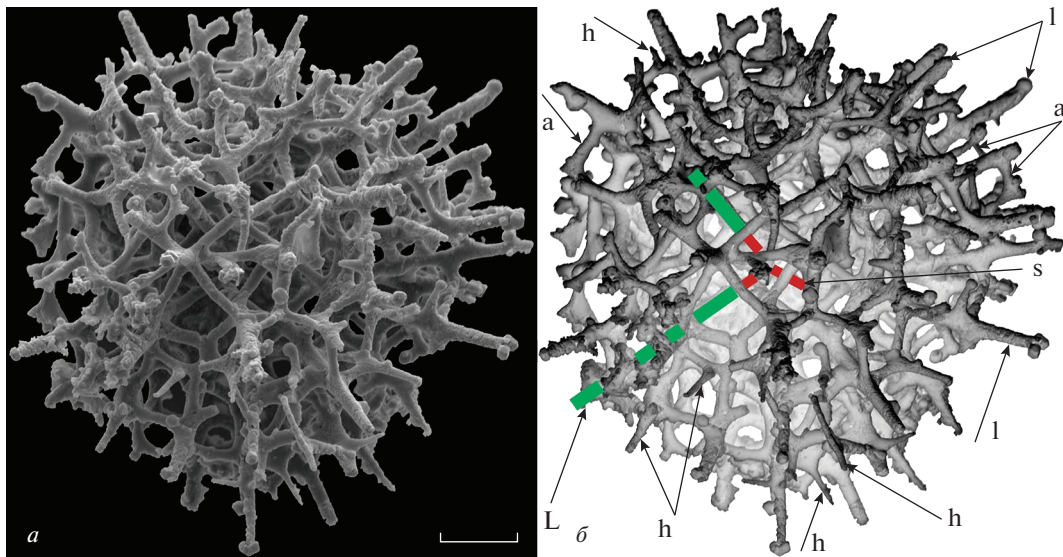
СЕМЕЙСТВО NAPLENTACTINIINAE NAZAROV  
IN NAZAROV ET POPOV, 1980

ПОДСЕМЕЙСТВО NAPLENTACTINIINAE NAZAROV IN  
NAZAROV ET POPOV, 1980

Род *Nestelliana* Afanasieva, gen. nov.

На з в а н и е в честь палеонтолога и стратиграфа Г.П. Нестелл, проф. Техасского университета, г. Арлингтон, США; ж.р.

Т и п о в о й в и д – *Nestelliana glomerosa* sp. nov.



**Рис. 4.** Схема строения *Nestelliana glomerosa* sp. nov., экз. ПИН, № 5508/6916-09; Волго-Уральский бассейн, Мелекесская впадина, скв. Мелекесская-1, инт. 1881.7–1883.2 м; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус: *a* – позитивное и *б* – негативное изображение. Обозначения: *a* – апофизы, *h* – шипы и шипики, *L* – основные иглы, *l* – дополнительные иглы, *s* – спикула. Штрих = 30 мкм.

**Диагноз.** Скелет субсферической формы образован хаотичным переплетением апофизов, заполняющих всю внутреннюю полость скелета. Внутренний каркас расположен эксцентрично и представлен условно четырьмя стержневидными лучами, расходящимися от единого центра (рис. 4, б: *s*). Продолжением лучей внутренней спикулы являются основные удлиненно-конические иглы (рис. 4, б: *L*). На разных уровнях основных игл развиваются прямые или изогнутые апофизы (рис. 4, б: *a*), соединение и переплетение которых между собой образует рыхлый решетчатый клубок с полигональными отверстиями. На узлах соединения апофизов формируются дополнительные стержневидные и удлиненно-конические иглы (рис. 4, б: *l*). Размер основных и дополнительных игл на внешней поверхности скелета примерно одинаковый и составляет около 10–12% от диаметра скелета. На апофизах внешней поверхности скелета развиты тонкие стержневидные и конические шипики (рис. 4, б: *h*).

**Видовой состав.** Два вида: типовой вид *Nestelliana glomerosa* из нижнего фамена верхнего девона Полярного Урала России и нижнего карбона: нижнего турне Волго-Уральского бассейна России, среднего – начала верхнего турне гор Монтань-Нуар Франции и нижнего визе Франкенвальда Германии; *N. grassiclatrata* sp. nov. из нижнего фамена верхнего девона Полярного Урала и нижнего турне нижнего карбона Волго-Уральского бассейна России.

**Сравнение.** От *Naplentactinia* Foreman, 1963 (характеризующегося развитием шестилучевой спикулы, образованием решетчатой оболочки скелета и наличием шести основных длинных стержневидных игл), от *Polyentactinia* Foreman, 1963 (отличающегося образованием одной решетчатой оболочки с полигональными ячейками и двойной спикулы с шестью или более лучами), от *Provisocyntra* Nazarov et Ormiston, 1987 (обладающего четко дифференцированными слоями скелета, образованными сетчатым переплетением очень тонких прутьев) и от *Secuicollecta* Nazarov et Ormiston, 1984 emend. MacDonald, 1998 (характеризующегося развитием спикулы с пятью–семью и более лучами, ориентированными в одной плоскости, и одного луча, перпендикулярно к остальным) новый род отличается хаотичным переплетением стержневидных апофизов, заполняющих всю внутреннюю полость скелета, и формированием условно четырехлучевой спикулы. От *Tetragregnon* Ormiston et Lane, 1976, который характеризуется развитием субтетраэдрического скелета, образованного хаотичным переплетением апофизов, и четырехлучевой спикулы, продолжением лучей которой являются хорошо развитые длинные стержневидные основные иглы, новый род отличается субсферической формой скелета и развитием очень коротких конических основных игл.

**Замечание.** Плотное переплетение апофизов не позволяет уверенно идентифицировать строение внутреннего каркаса. Однако в резуль-

Размеры в мкм	Абсолютные								Относительные							
	D	dp	tw	L	wL	l	wl	h	D/tw	D/dp	D/l	D/h	L/D	L/wL	l/wl	dp/tw
Очень большие, очень длинные и т.д.	360.0–180.1	35.0–25.1	8.0–7.1	750.0–250.1	60.0–50.1	135.0–90.1	>9.6	20.0–15.1	1.0–20.0	4.0–10.0	0.5–2.0	3.0–20.0	10.0–2.1	0.5–4.0	3.0–4.5	9.5–4.5
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	90.0–70.1	9.5–7.6	15.0–10.1	20.1–10.1	10.1–18.5	2.1–1.0	20.1–36.0	2.0–1.0	4.1–6.0	4.6–8.0	4.4–1.1
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	70.0–29.1	7.5–4.6	10.0–5.1	30.1–100.0	18.6–63.0	3.1–8.0	36.1–60.0	0.9–0.4	6.1–13.0	8.1–11.0	1.0–0.9
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	29.0–20.0	4.5–3.0	5.0–1.0	100.1–150.0	63.1–105.0	8.1–15.0	60.1–100.0	0.3–0.1	13.1–25.0	11.1–24.0	0.8–0.1

**Рис. 5.** Основные абсолютные и относительные морфометрические параметры скелетов сферических радиолярий палеозоя (Афанасьева, 2000): D – диаметр внешней оболочки, dp – диаметр полигональный ячеек внешней оболочки, h – высота шипов, L – длина основных игл, l – длина второстепенных игл, tw – толщина апофизов внешней оболочки, wL – ширина основания основных игл, wl – ширина основания второстепенных игл.

тате наблюдений удалось установить фрагменты трех лучей спикулы (рис. 4, б: s) и проследить развитие двух основных игл (рис. 4, б: L), являющихся продолжением лучей внутренней спикулы.

*Nestelliana glomerosa Afanasieva sp. nov.*

Табл. I, фиг. 1–3

*Polyentactinia polygonia* Foreman, 1963: Gourmelon, 1987, табл. 10, фиг. 1, 5; Braun, Schmidt-Effing, 1988, рис. 23.

*Tetragregnon quadrispinosa* (Foreman, 1963): Afanasieva, Amon, 2011, табл. 26, фиг. 7; Афанасьева, Амон, 2012, табл. 29, фиг. 7; Афанасьева, 2020, табл. 43, фиг. 3; Afanasieva, 2020, табл. 36, фиг. 7.

Название вида от *glomerosus* *лат.* – клубкообразный (собранный в клубок).

Голотип – ПИН, № 5508/6916-09; Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, инт. 1881.7–1883.2 м, обр. 6916; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус.

Описание (рис. 2, 4). Скелет субсферический, среднего размера (D = 118–171 мкм). Внутренняя полость скелета заполнена хаотичным переплетением относительно тонких стержневидных апофизов (tw = 3–5 мкм, D/tw = 31.5–39.3). Внешняя оболочка образована разрастанием уплощенных апофизов, формирующих очень большие (D/dp = 6.0–6.8) полигональные отверстия разного размера (от 18 до 25 мкм). Основные иглы удлинённо-конические, очень короткие (L/D = 0.1–0.3) и относительно толстые (L/wL = 3.2–5.3). На узлах соединения апофизов формируются дополнительные удлинённо-конические иглы: короткие (D/l = 4.1–5.5) и относительно толстые (l/wl = 4.8–5.2). На поверхности апофизов внешней сферы развиты очень длинные конические шипики (D/h = 7.9–10.1).

Размеры в мкм и отношения<sup>2</sup> (рис. 5):

Экз. №	D	dp	tw	L	wL	l	wl	h
5508/6916-09 (голотип)	171	25	5	37	7	31	6	17
5312/15951	126	21	4	16	5	–	–	–
5312/15721	118	18	3	32	8	29	6	15

Экз. №	D/tw	D/dp	D/l	D/h	L/D	L/wL	l/wl	dp/tw
5508/6916-09 (голотип)	34.2	6.8	5.5	10.1	0.2	5.3	5.2	5.0
5312/15951	31.5	6.0	–	–	0.1	3.2	–	5.8
5312/15721	39.3	6.6	4.1	7.9	0.3	4.0	4.8	6.0

Сравнение. От вида *N. grassiclatrata* sp. nov., характеризующегося короткими основными иглами и хаотичным переплетением очень толстых апофизов, окаймляющих очень большие полигональные отверстия (от 26 до 34 мкм), вид *N. glomerosa* sp. nov. отличается развитием очень коротких основных игл и очень тонких апофизов, формирующих полигональные отверстия меньшего размера (от 18 до 25 мкм).

Материал. Шесть скелетов: один экз. из типового местонахождения; два экз. из верхнефаменских отложений на р. Пальник-Ю Полярного Урала России; два экз. из среднего–начала верхнего турне гор Монтань-Нуар Франции; один экз. из нижнего визе Франкенвальда Германии.

<sup>2</sup> Статистический анализ абсолютных и относительных значений параметров скелетов радиолярий палеозоя показал устойчивую закономерность изменения размеров скелета, его частей и их соотношений. Наличие таких устойчивых зависимостей позволяет формализовать процесс классификации данных и оперировать при описании видов понятиями “очень большой”, “большой”, “маленький” или “очень маленький”, которым отвечают определенные ранжированные количественные величины (Афанасьева, 2000).

*Nestelliana grassiclatrata Afanasieva sp. nov.*

Табл. 1, фиг. 4, 5

Название вида от *grassus lat.* – толстый и *clatratus lat.* – решетчатый.

Голотип – ПИН, № 5508/6916-07; Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, инт. 1881.7–1883.2 м, обр. 6916; нижний карбон, нижнетурнейский подъярус.

Описание. Скелет субсферический, большой ( $D = 138–162$  мкм). Внутренняя полость скелета заполнена хаотичным переплетением очень толстых стержневидных апофизов ( $tw = 8–10$  мкм,  $D/tw = 16.2–17.3$ ). Внешняя оболочка образована разрастанием уплощенных апофизов, формирующих очень большие ( $D/dp = 4.8–5.3$ ) полигональные отверстия разного размера (от 26 до 34 мкм). Основные иглы удлиненно-конические, короткие ( $L/D = 0.4$ ) и относительно толстые ( $L/wL = 4.8$ ). На узлах соединения апофизов формируются дополнительные удлиненно-конические иглы: короткие ( $D/l = 3.9–5.8$ ) и очень толстые ( $l/wl = 3.0–3.8$ ). На поверхности апофизов внешней сферы развиты очень длинные конические шипики ( $D/h = 12.6–18$ ).

Размеры в мкм и отношения (рис. 5):

Экз. №	D	dp	tw	L	wL	l	wl	h
5508/6916-07 (голотип)	162	34	10	58	12	42	11	9
5312/15818	138	26	8	–	12	24	8	11

Экз. №	D/tw	D/dp	D/l	D/h	L/D	L/wL	l/wl	dp/tw
5508/6916-07 (голотип)	16.2	4.8	3.9	18.0	0.4	4.8	3.8	3.4
5312/15812	17.3	5.3	5.8	12.6	–	–	3.0	3.3

Материал. Два экз. из типового местонахождения и из верхнефаменских отложений на р. Пальник-Ю Полярного Урала России.

\*\*\*

Автор приносит свою искреннюю благодарность А.С. Алексееву, Г.П. Нестелю и В.С. Вишневу 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, Я.М. Кузьминой, М.А. Кнорре и А.В. Коромысловой 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). Коллекции радиолярий фаменского яруса верхнего девона № 5312 и турнейского яруса нижнего карбона № 5508 хранятся в ПИН РАН. Измерения элементов скелетов радиолярий и морфометрический анализ абсолютных и относительных значений параметров раковин радиолярий палеозоя проводились по стандартной методике (рис. 5) (Афанасьева, 2000).

Работа выполнена в рамках госзадания ПИН РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Афанасьева М.С.* Атлас радиолярий палеозоя Русской платформы. М.: Научн. мир, 2000. 480 с.  
*Афанасьева М.С.* Атлас радиолярий девона Северной Евразии. М.: РАН, 2020. 284 с. (Тр. Палеонтол. ин-та РАН. Т. 297).  
*Афанасьева М.С., Амон Э.О.* Биостратиграфия и палеобиогеография радиолярий девона России. М.: ПИН РАН, 2012. 280 с.  
*Afanasieva M.S.* Devonian Radiolarian Eco-Zones in the Northern Eurasia // *Paleontol. J.* 2020. V. 54. № 9. P. 947–1093.  
*Afanasieva M.S., Amon E.O.* Devonian radiolarians of Russia // *Paleontol. J.* 2011. V. 45. № 11. P. 1313–1532.  
*Braun A., Schmidt-Effing R.* Radiolarienfaunen aus dem tiefen Vise (Unter Karbon) des Frankenwaldes (Bayern) // *N. Jb. Paläontol. Mh.* 1988. H. 11. S. 645–660.  
*Foreman H.P.* Upper Devonian Radiolaria from the Huron Member of the Ohio Shale // *Micropaleontol.* 1963. V. 9. № 3. P. 267–304.  
*Gourmelon F.* Les Radiolaires tournaisiens des nodules phosphatés de la Montagne Noire et des Pyrennées centrales // *Biostratigraphie du Paléozoïque.* 1987. V. 6. P. 1–217.  
*Vachard D., Izart A., Cózar P.* Mississippian (middle Tournaisian–late Serpukhovian) lithostratigraphic and tectono-sedimentary units of the southeastern Montagne Noire (Hérault, France) // *Géol. France.* 2017. № 1. P. 47–88.

Объяснение к таблице I

Фиг. 1–3. *Nestelliana glomerosa sp. nov.*: 1 – голотип ПИН, № 5508/6916-09: 1a – штрих = 53 мкм, 1б – штрих = 23 мкм, 1в – штрих = 20 мкм; 2 – экз. ПИН, № 5312/15951, штрих = 36 мкм; 3 – экз. ПИН, № 5312/15721: 3a – штрих = 40 мкм, 3б – штрих = 15 мкм.

Фиг. 4, 5. *Nestelliana grassiclatrata sp. nov.*: 4 – экз. ПИН, № 5312/15818, штрих = 46 мкм; 5 – голотип ПИН, № 5508/6916-07: 5a – штрих = 20 мкм, 5б – штрих = 59 мкм, 5в – штрих = 15 мкм.

Нижний карбон, нижнетурнейский подъярус; Россия, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, инт. 1881.7–1883.2 м, обр. 6916 (фиг. 1, 5). Верхний девон, нижнефаменский подъярус; Россия, Полярный Урал, р. Пальник-Ю (фиг. 2–4).

**New Radiolarian Genus *Nestelliana* gen. nov. and New Species of Late Devonian from the Polar Urals and of Early Carboniferous from the Volga-Ural Basin of Russia**

**M. S. Afanasieva**

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

The new radiolarian genus *Nestelliana* gen. nov. and two new species: *N. glomerosa* sp. nov. and *N. grassiclatrata* sp. nov., are described from the deposits of the Lower Carboniferous, Lower Tournasian from the Volga-Ural Basin and the Upper Devonian, Lower Famennian from the of the Polar Urals of Russia.

*Keywords:* Radiolaria, new genus and species, Lower Famennian, Lower Tournasian, Polar Urals, Volga-Ural Basin, Russia

