

УДК 564.81.551.762.3

НАХОДКИ ПОЗДНЕДЕВОНСКИХ ЛИНГУЛОИДЕЙ РОДА PATERULA BARRANDE (СЕМЕЙСТВО PATERULIDAE COOPER) В ВОЛГО-УРАЛЬСКОМ И ТИМАНО-ПЕЧОРСКОМ РЕГИОНАХ

© 2021 г. Т. Н. Смирнова^{a, *}, Е. А. Жегалло^{b, **}

^aМосковский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

^bПалеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия

*e-mail: tatianasmirnova76@bk.ru

**e-mail: ezheg@paleo.ru

Поступила в редакцию 06.07.2020 г.

После доработки 10.07.2020 г.

Принята к публикации 17.07.2020 г.

Описан новый вид *Paterula* (?) *vasilievae* из франских отложений Волго-Уральского и Тимано-Печорского регионов. Для вида характерны слабовыпуклые створки, наличие протегулюма на обеих створках и псевдоарей на брюшной створке. Изучена микроструктура раковины для обеих створок на разных возрастных стадиях.

Ключевые слова: верхний девон, фран, Волго-Уральский регион, Тимано-Печорский регион, новый вид, *Paterula*, микроструктура раковины

DOI: 10.31857/S0031031X21040140

Сотрудница кафедры палеонтологии Московского государственного ун-та им. М.В. Ломоносова Л.И. Кононова предоставила авторам коллекцию брахиопод из франских отложений в Волго-Уральском и Тимано-Печорском регионах, в которых обнаружен новый вид ?*Paterula vasilievae*, описанный ниже.

Оригиналы хранятся в Палеонтологическом ин-те им. А.А. Борисяка РАН (ПИН), колл. № 5609 и 5645.

ОТ Р Я Д LINGULIDA

НА Д С Е М Е Й С Т В О LINGULOIDEA MENKE, 1828

С Е М Е Й С Т В О PATERULIDAE COOPER, 1956

Р о д *Paterula* Barrande, 1879

Paterula (?) *vasilievae* Smirnova et Zhegallo, sp. nov.

Табл. V, фиг. 1–8; табл. VI, фиг. 1–8 (обе – см. вклейку)

Вид назван в честь М.В. Васильевой, оказавшей большую помощь авторам в работе с литературой и детализации стратиграфических схем.

Голотип – ПИН, № 5609/28 (табл. V, фиг. 1), брюшная створка; Волго-Уральский регион, Мелекес, скв. Р 1, обр. 8752, глуб. 2112.3–2116.4 м; верхний девон, франский ярус, тиманский горизонт.

О п и с а н и е (рис. 1). Большая часть экземпляров имеет правильную округлую форму (табл. V, фиг. 1, 2), только у одного экземпляра раковина слегка удлинённая (табл. VI, фиг. 4). Обе створки выпуклы незначительно, в равной степени (табл. V, фиг. 3). Длина и ширина раковины изменяются от 380 до 660 мкм, выпуклость раковины до 120 мкм. В коллекции имеется восемь целых раковин, из них у четырех раковин изучены строение и микроструктура брюшных створок. Морфология и микроструктура спинных створок изучены также на четырех раковинах.

Характерной особенностью раковины является наличие протегулюма на обеих створках, он хорошо виден на проекции сверху (табл. V, фиг. 4). Протегулюм занимает краевое положение на заднем крае, на обеих створках он выступает за пределы заднего края в различной степени. Наличие протегулюма на обеих створках наглядно свидетельствует о наличии раковины на эмбриональной стадии, что является характерным для девонских лингулид (Balinski, 1997). У современных лингулид – *L. anatina* (Yatsu, 1902) – и, возможно, у мезозойских лингулид, протегулюм образуется в виде единой пластины, в процессе роста складывающейся вдвое, с образованием протегулюма на брюшной и спинной створках. На описанном экземпляре *P. (?) vasilievae* (табл. V, фиг. 1) диаметр протегулюма 90 мкм, диаметр выемки посе-

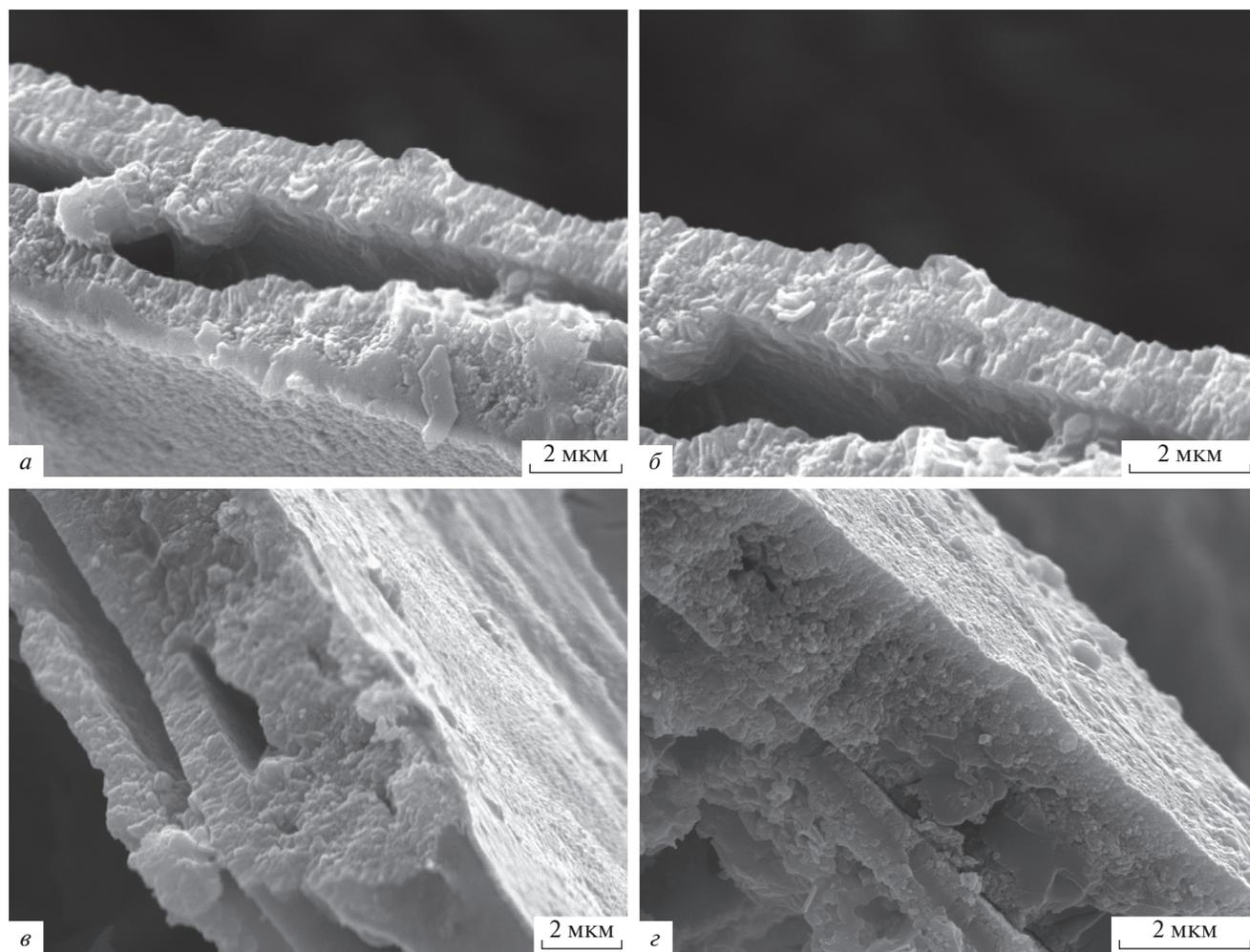


Рис. 1. *Paterula* (?) *vasilievae* sp. nov.: *a–в* – экз. ПИН, № 5645/20; Южный Тиман, скв. 5 Коми, глуб. 173.51 м, обр. 8; верхний девон, франский ярус: *a* – спинная створка состоит из двух пластин; на верхней пластине различается поверхность первичного слоя мелко бугристая; первичный слой гранулированный; верхняя часть вторичного слоя пластинчатая, ниже гранулированная часть вторичного слоя, которая местами замещается бакулятной; нижняя пластина целиком бакулятная; масштаб 2 мкм; *б* – то же (с большим увеличением), участок замещения части гранулированного прослоя бакулятным; масштаб 2 мкм; *в* – спинная створка состоит из трех пластин, верхняя пластина гранулированная, местами частично замещенная участками с бакулятной структурой; масштаб 2 мкм; *з* – экз. ПИН, № 5609/32; Волго-Уральский регион, Мелекес, скв. Р 1, обр. 8752, глуб. 2112.3–2116.4 м; тиманский горизонт; замещение гранулированной части прослоя пластинчатой структурой; масштаб 2 мкм.

редине него 35 мкм. На других экземплярах размеры протегулюма изменяются в пределах от 85 до 120 мкм. На дне выемки в середине протегулюма различаются точечные углубления, которые являются местами прикрепления периостракума, как считает А. Балински (Balinski, 1997). На протегулюме различаются радиальные ребра, протягивающиеся от его края до серединной выемки; их длина на всех экземплярах 25–30 мкм, толщина около 1.5–2 мкм. Только на брюшной створке имеется псевдоарея, она сохранилась удовлетворительно (табл. V, фиг. 7, 8). Длина псевдоареи от 235 до 400 мкм, высота в самом высоком месте в середине заднего края 25 мкм, в боковом направлении псевдоарея быстро понижается. Наружный

край псевдоареи валиковидный, плотный, внутренняя поверхность вогнутая, заполненная обломками породы, сложена тонкими пластинами толщиной доли микрона, вертикально расположенными. Отверстие для выхода ножки в виде узкой щели, расположенной вдоль ареи, оно полностью не просматривается вследствие плохой сохранности поверхности ареи. На брюшной створке прослеживается послебрефическая раковина с линиями роста, брефическая раковина практически не дифференцируется. Послебрефическая часть раковины отличается от взрослой раковины более выпуклой поверхностью. Диаметр послебрефической части раковины может меняться от 180 до 240 мкм (табл. VI, фиг. 1, 2).

Линии роста послебрефической части раковины тонкие, близ протегулюма их толщина 1.15 мкм, дальше от протегулюма их толщина достигает 5–6 мкм (табл. VI, фиг. 2). Близ заднего края появляются вставные тонкие линии роста, быстро расширяющиеся по направлению вперед.

Микроструктура брюшной створки. В районе протегулюма различаются три пластины (табл. V, фиг. 5, 6). Первичный слой на протегулюме в виде плотной пластины, тонко гранулированной, толщиной 1 мкм, величина гранул десятые доли микрона. Под ним верхняя часть вторичного слоя в виде пластины толщиной 1.5 мкм, тонко гранулированной, гранулы размерами доли микрона. Под ней менее плотный прослой вторичного слоя, гранулированный, гранулы размерами 0.2–0.25 мкм. Структура раковинного вещества протегулюма подробно описана Г. Бернат и А. Вильямсом (Viernat, Williams, 1970) у ордовикских акротретид. На описанном материале на поперечном сколе на уровне после брефической раковины видно, что вторичный слой состоит из 4-х плотных пластин, между которыми имеются многочисленные очень тонкие пластины толщиной до 0.1 мкм. Плотные пластины тонко гранулированные, гранулы размером до 0.2 мкм (табл. VI, фиг. 3).

Спинная створка имеет округлые очертания (табл. VI, фиг. 1, 2), или грушевидные (табл. VI, фиг. 4). Протегулюм, обычно диаметром 100 мкм, наблюдался на всех спинных створках. Он занимает краевое положение на заднем крае, выступает за его пределы в различной степени, может значительно выступать в виде конуса (табл. VI, фиг. 6). На поверхности протегулюма различаются грубые, заостренные радиальные ребра длиной до 25 мкм, толщиной 1.5–2 мкм, число ребер 18–20. Ребра протягиваются от конца протегулюма до серединной впадины. Сходное строение протегулюма, имеющего радиальные ребра, описано Балински (Balinski, 1997) у *Lingulipora* sp. и “*Lingula*” sp. из верхнедевонских отложений Северной Польши. Балински насчитывает по 5–6 пар симметрично расположенных ребер по краю протегулюма. Он предполагает, что наличие ребер на протегулюме связано с таким же количеством щетинок на нем, которые способствовали парению и балансированию личинки в воде. Протегулюм со слабо выраженными в рельефе ребрами был описан из верхнеюрских отложений Западной Сибири в р-не Широкого Приобья у *Lingularia salymica* Smirnova, 2015 (Смирнова и др., 2015). Л. Холмер и Х. Наркем (Holmer, Narkem, 2012) обнаружили у ?*L. similis* Viernat et Emig, 1993, найденной в центральной части Шпицбергена в нижней части меловых отложений, на задней стороне протегулюма 12 тонких радиальных ребрышек. У описываемого вида в середине протегулюма есть выемка округлого контура диаметром 23–24 мкм. Основание выемки грубо гранулированное; гра-

нулы округлые, размером 1–2 мкм (табл. VI, фиг. 5). Протегулюм отделяется от послебрефической раковины концентрическим валиком шириной до 3 мкм (табл. VI, фиг. 7). На послебрефической части раковины диаметром около 250 мкм можно видеть линии роста, их ширина увеличивается от макушки по направлению вперед. У заднего края брефической раковины ширина линий роста составляет около 1 мкм, по направлению вперед она достигает 2.5 мкм. Послебрефическая часть раковины отделяется от взрослой раковины валиком шириной 3 мкм. Взрослая часть створки покрыта более грубыми линиями роста шириной от 1.5 мкм в задней части створки до 6–7 мкм на остальной поверхности. Все линии роста раздваиваются на всей поверхности створки, начиная от заднего края.

Микроструктура спинной створки. На поперечнике спинной створки на небольшом расстоянии от протегулюма толщина створки около 7–8 мкм. Структура стенки спинной створки тонко гранулированная (табл. VI, фиг. 7). На вершине протегулюма видны три плохо сохранившиеся прослоя: верхний прослой соответствует первичному слою, плотный, тонко гранулированный, размер гранул сотые доли мкм. Под ним верхний прослой вторичного слоя, гранулированный, с размерами гранул до 0.1 мкм. Под ним более рыхлый прослой вторичного слоя с размерами гранул до 0.2 мкм (табл. VI, фиг. 8).

Поверхность первичного слоя спинной створки на послебрефической части и взрослой раковине мелкобугристая, бугорки овально вытянутые в направлении линий роста; длина бугорков до 0.5 мкм, ширина 0.3 мкм (рис. 1, а). На поперечном сколе можно видеть детальное строение раковинного вещества. Первичный слой гранулированный, гранулы размерами 1.5–2 мкм. Толщина первичного слоя 0.2–0.25 мкм (рис. 1, а). Вторичный слой состоит из двух, местами из трех пластин. При наличии двух пластин толщина стенки створки около 6 мкм. На верхней пластине толщиной от 1.8 до 4 мкм верхний прослой вторичного слоя тонкопластинчатый, пластины расположены перпендикулярно к поверхности створки. Толщина каждой пластины 0.1–0.2 мкм, толщина тонкопластинчатого прослоя до 1.5 мкм. Под тонкопластинчатым прослоем гранулированный прослой, размеры гранул до 0.1–0.15 мкм. Толщина гранулированного прослоя изменяется от 0.7 до 2 мкм. Вдоль длины скола гранулированный прослой замещается сильно перекристаллизованным бакулятным прослоем толщиной до 0.8 мкм (рис. 1, б). Нижняя пластина толщиной от 1.6 до 2 мкм сильно перекристаллизованная, целиком бакулятная. При наличии трех пластин толщина стенки створки 7 мкм (рис. 1, в). На верхней пластине под тонким первичным слоем различается верхняя часть вторичного слоя, пред-

ставленная сильно разрушенным гранулированным прослоем, местами замещенным участками с бакулами. Толщина гранулированного прослоя 2.5–2.7 мкм. Средняя и нижняя пластины имеют толщину 1.3–1.4 мкм, состоят из бакулей. На некоторых экземплярах видно замещение гранулированного прослоя пластинчатым участком (рис. 1, з).

Размеры. Длина и ширина раковины – до 660 мкм.

Сравнение. Новый вид отличается от *P. agus* Mergl, 1999 краевым положением протегулюма и личиночной раковины, наличием коротких радиальных ребрышек на протегулюме. От *P. holynensis* Mergl, 2001 отличается отсутствием лимба.

Замечания. Условное отнесение описываемого вида к роду *Paterula* связано с отсутствием микроорнаментации на брегфической и послегрегфической частях раковины. Возможно, что отсутствие этого признака связано с сохранностью раковин брахиопод и со способами обработки кернового материала в процессе извлечения ископаемых раковин. Характерно, что при изучении позднедевонских и позднеюрских лингулят северо-западных районов Сибири и Евро-Уральской области, относящихся к семействам *Discinidae* и *Lingulidae* (Смирнова и др., 2019а, б), которые были получены из породы аналогичным способом, не были обнаружены признаки орнаментации на брегфических и послегрегфических стадиях. Этот признак, как правило, упоминается при характеристике ряда семейств в надсемействах *Discinoidea* и *Linguloidea*. В характеристике семейства *Discinidae* (надсемейство *Discinoidea*) указано, что этот признак встречен у многих ископаемых форм (Holmer, Porov, 2000). В конкретных случаях для дисцинид и лингулид характеристика микроорнаментации на юных и взрослых стадиях приведена Вильямсом (Williams, 1998, 2003) и М. Кусак и др. (Cusack et al., 1999). На послегрегфических и взрослых стадиях в качестве примера можно привести ордовикский лингулоидный род *Acrosaccus*, дисциноидный род *Schizotreta*, встреченный в ордовике Швеции (Holmer, 1986; Holmer, Porov, 2000), род *Orbiculoidea* из девона Швеции (Holmer, 1987) и из верхнего девона севера Сибири (Смирнова и др., 2019а).

Полную характеристику микроорнаментации на брегфических раковинах палеозойских лингулиформных брахиопод дал Вильямс (Williams, 2003). Установлено, что микроорнамент у брегфических и послегрегфических частей раковин у дисцинид и лингулид встречается значительно чаще у родов в интервале кембрий–силур. В девоне количество родов с микроорнаментом уменьшается. При изучении надсемейства *Linguloidea*, в семействе *Paterulidae*, представители которого существова-

ли в основном в ордовике и силуре, для всех родов характерна микроскульптура. Последние представители рода *Paterula* Barrande, 1879 описаны М. Мергль (Mergl, 2001) из верхнего девона Богемии. У них отмечается очень тонкий рисунок микроорнаментации, не дающий рельефа, затрагивающий поверхность первичного слоя. Таким образом, при тщательной химической и механической обработке измельченного кернового материала вероятность сохранения тонкого рисунка микроорнаментации на створках патерулид в нашем материале крайне мала.

Материал. 8 целых раковин из верхнего девона, франский ярус: 6 экз. из Волго-Уральского региона, Мелекес, скв. Р 1, глуб. 2112.3–2116.4 м, обр. 8752; 2 экз. из Южного Тимана, скв. 5 Коми, глуб. 173.51 м, обр. 8.

Авторы приносят глубокую благодарность Л.И. Кононовой за предоставленную коллекцию и стратиграфическую характеристику вмещающих отложений, и Г.Т. Ушатинской за ценные консультации в процессе работы.

Работа выполнена по Программе Президиума РАН № 17 “Эволюция органического мира. Роль и влияние планетарных процессов” (подпрограмма I “Развитие жизненных и биосферных процессов”), поддержана Министерством высшего образования и науки РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Смирнова Т.Н., Гатовский Ю.А., Жегалло Е.А., Ушатинская Г.Т. Орнаментация и микроструктура раковины *Orbiculoidea magnifica* Mergl (Brachiopoda, Lingulida) из нижнего девона Тимано-Печорской впадины // Палеонтол. журн. 2019а. № 3. С. 59–65.
- Смирнова Т.Н., Ушатинская Г.Т., Жегалло Е.А., Панченко И.В. Род *Lingularia* Biernat et Emig, 1993 из верхнеюрских отложений Западной Сибири; строение личиночной и эмбриональной раковин, микроструктура раковинного вещества // Палеонтол. журн. 2015. № 2. С. 18–26.
- Смирнова Т.Н., Ушатинская Г.Т., Жегалло Е.А., Панченко И.В. Особенности рельефа первичного слоя и микроструктуры раковины позднеюрских дисцинид рода *Discinisca* (Lingulata, семейство *Discinidae*) // Палеонтол. журн. 2019б. № 5. С. 50–53.
- Balinski A. Evolution of the embryonic development in lingulid brachiopods // Acta Palaeontol. Pol. 1997. V. 42. № 1. P. 45–56.
- Biernat G., Williams A. Ultrastructure of the protogulum of some acrotretidae brachiopods // Palaeontology. 1970. V. 13. P. 491–502.
- Cusack M., Williams A., Buckman J.O. Chemical structural evolution of the shell of linguloid brachiopods // Palaeontology. 1999. V. 42. P. 799–840.

Holmer L.E. Inarticulate brachiopods around the Middle-Upper Ordovician boundary in Västergötland // *Geol. Fören. Stockholms Förhandl.* 1986. V. 108. P. 97–126.

Holmer L.E. Discinacean brachiopods from Ordovician Kullberg and Boda limestones of Dalarna, Sweden // *Geol. Fören. Stockholm Förhandl.* 1987. V. 109. № 4. P. 317–326.

Holmer L.E., Narkem H.A. The lingulid brachiopod *Lingularia* from lowermost Cretaceous hydrocarbon, Sassesnfjorden area, central Spitzbergen, Svalbard // *Norwegian J. Geol.* 2012. V. 92. P. 167–174.

Holmer L.E., Popov L.E. Sub-phyla *Linguliformea*, *Craniiiformea* and *Rhynchonelliformea* // *Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt H, Revised. Brachiopoda. V. 2.* Boulder,

Lawrence: Geol. Soc. of America; Univ. Kansas Press, 2000. 423 p.

Mergl M. Lingulate brachiopods of the Silurian and Devonian of the Barrandian (Bohemia, Czech Republic) // *Acta musei nat. Pragae. Ser. B. Hist. natur.* 2001. V. 57. № 1–2. 49 p.

Williams A. Siliceous tablets in the larval shells of apatitic discinid brachiopods // *Science.* 1998. V. 279. P. 2094–2096.

Williams A. Microscopic imprints on the juvenile shells of Paleozoic linguliform brachiopods // *Palaeontology.* 2003. V. 46. Pt 1. P. 67–92.

Yatsu N. On the development of *Lingula anatine* // *J. College of Science Imp. Univ. Tokyo.* 1902. V. 17. P. 1–112.

Объяснение к таблице V

Фиг. 1–8. *Paterula* (?) *vasilievae* sp. nov.: 1, 3, 4, 7, 8 – голотип ПИН, № 5609/28: 1 – брюшная створка правильной округлой формы хорошей сохранности; масштаб 200 мкм; 3 – вид сбоку, обе створки незначительно выпуклые в равной степени; масштаб 500 мкм; 4 – вид на раковину сверху, видны два протегулюма на обеих створках; масштаб 50 мкм; 7 – протегулюм на брюшной створке, брэфическая раковина и аррея; масштаб 50 мкм; 8 – протегулюм на брюшной створке, впадина целиком закрыта раковинным веществом; масштаб 20 мкм; 2, 5 – экз. ПИН, № 5609/29: 2 – брюшная створка округлая, с протегулюмом; масштаб 200 мкм; 5 – протегулюм, в середине впадина на внутренних слоях протегулюма; масштаб 20 мкм; 6 – экз. ПИН, № 5609/30, протегулюм, в середине впадина, закрытая нижним прослоем раковинного вещества; масштаб 20 мкм; Волго-Уральский регион, Мелекес, скв. Р 1, обр. 8752, глуб. 2112.3–2116.4 м; верхний девон, франкий ярус, тиманский горизонт.

Объяснение к таблице VI

Фиг. 1–8. *Paterula* (?) *vasilievae* sp. nov.: 1, 2 – экз. ПИН, № 5609/28: 1 – брэфическая раковина, намечены границы с протегулюмом; масштаб 20 мкм; 2 – макушечная часть, протегулюм с четкими радиальными ребрами и срединной впадиной, линии роста на брэфической раковине; масштаб 100 мкм; 3 – экз. ПИН, № 5609/34, поперечный скол брюшной створки, чередование плотных и очень тонких пластин; масштаб 10 мкм; 4, 8 – экз. ПИН, № 5609/31: 4 – спинная створка грушевидных очертаний, протегулюм с радиальными ребрами; масштаб 200 мкм; 8 – несколько пластин на вершине протегулюма, пластина сверху слева – первичный слой плотный, тонко гранулированный, под ним верхний прослой вторичного слоя более рыхлый, под ним более низкий прослой вторичного слоя, еще более рыхлый, гранулированный; масштаб 5 мкм; 5 – экз. ПИН, № 5609/32, в середине протегулюма есть выемка округлого контура; масштаб 20 мкм; 6, 7 – экз. ПИН, № 5609/33: 6 – часть спинной створки; хорошо виден протегулюм с четкими радиальными ребрами и срединной выемкой, основание выемки грубо гранулированное, гранулы округлые размером 1–2 мкм; масштаб 20 мкм; 7 – поверхность створки тонко гранулированная; масштаб 10 мкм; Волго-Уральский регион, Мелекес, скв. Р 1, обр. 8752, глуб. 2112.3–2116.4 м; верхний девон, франкий ярус, тиманский горизонт.

The Finds of the Upper Devonian *Linguloidea* Genus *Paterula* Barrande (Family *Paterulidae* Cooper) in Volga-Urals and Timan-Pechora Regions

T. N. Smirnova¹, E. A. Zhegallo²

¹Moscow State University, Moscow, Russia

²Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

New species *Paterula* (?) *vasilievae* from Frasnian of Volga-Urals and Timan-Pechora regions was described. Species has weakly convex valves, protegulum is on both valves, ventral pseudoarea presents. The shell microstructure was discovered on both valves.

Keywords: Upper Devonian, Frasnian, Volga-Urals region, Timan-Pechora region, new species, *Paterula*, shell microstructure

