

УДК 564.81:551.734.5(571.568)

## МИКРОСТРУКТУРА РАКОВИНЫ И МИКРООРНАМЕНТАЦИЯ ТРЕХ РОДОВ ЛИНГУЛЯТ СЕМЕЙСТВ DISCINIDAE И TREMATIDAE ИЗ ФАМЕНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НОВОСИБИРСКИХ ОСТРОВОВ

© 2023 г. Т. Н. Смирнова<sup>а</sup>, \*, Ю. А. Гатовский<sup>а</sup>, \*\*, Е. А. Жегалло<sup>б</sup>, \*\*\*

<sup>а</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, 119991 Россия

<sup>б</sup>Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, 117647 Россия

\*e-mail: smirnovatiana77@mail.ru

\*\*e-mail: ustay62@bk.ru

\*\*\*e-mail: ezheg@paleo.ru

Поступила в редакцию 27.04.2022 г.

После доработки 12.09.2022 г.

Принята к публикации 13.09.2022 г.

Описан комплекс хитиново-фосфатных брахиопод из надсемейства Discinoidea из фаменских отложений Новосибирских островов. Впервые приводятся сведения о микроструктуре раковинного вещества у рода *Opatrilikiella*. Дополнены сведения о микроструктуре раковины рода *Orbiculoidea*, выявлена микроорнаментация у родов *Opatrilikiella* и *Schizobolus*.

*Ключевые слова:* дисциниды, трематиды, микроорнаментация раковин, микроструктура, Новосибирские острова

DOI: 10.31857/S0031031X2304013X, EDN: OHRGQL

### ВВЕДЕНИЕ

Весь материал получен от Ю.А. Гатовского из архипелага Новосибирские о-ва с южной части о-ва Бельковский, в районе м. Казантип, из точки 2060 (рис. 1). Каменный материал отбирался М.К. Данукаловой и А.Б. Кузьмичевым, после специальной обработки в нем был выявлен комплекс конодонтов, на основании которого был определен возраст отложений как ранний фамен, конодонтовая зона *Palmatolepis sperida*. Порода, из которой были взяты образцы, представлена темно-серым известняком, мелкозернистым, грубослоистым, массивным, органогенно-обломочным, криноидным с прослоями брахиоподового ракушняка (рис. 2). В этом же образце были встречены конодонты *Palmatolepis subperlobata* Branson et Mehl, 1931, *Pa. quadrantinalobata* Sannemann, 1955, *Pa. regularis* Cooper, 1931, *Ancurolepis cruciformis* Ziegler, 1959. В одном из образцов (обр. 2060/1), взятом из кровли карбонатной пачки чекурской свиты, после растворения в растворе уксусной кислоты были обнаружены мелкие раковины хитиново-фосфатных брахиопод отряда *Lingulida*, семейств *Discinidae* и *Trematidae*.

*Discinidae* представлены одним экземпляром *Orbiculoidea* sp. (рис. 3, 4). Спинная створка правильных округлых очертаний, с частично обломанными краями. Длина и ширина створки около 1.1 мм (рис. 3, а). Многочисленные грубые линии роста видны на взрослой части раковины. Протегулюм и брегфическая раковина четко выделяются в рельефе створки. Протегулюм находится на заднем крае брегфической раковины; он имеет округлые очертания, гладкую, более выпуклую поверхность по сравнению с брегфической частью створки, отделяется от нее валиком толщиной 4 мкм (рис. 3, б). Поверхность протегулюма тонко гранулированная, размер гранул 0.1–0.2 мкм (рис. 3, в). На заднем крае протегулюма имеется выемка овальных очертаний 45 мкм длиной и 25 мкм шириной (рис. 3, в). Она имеет гранулированную структуру, размер гранул 0.2–0.3 мкм; основание выемки пронизано порами размерами 0.3–0.4 мкм (рис. 3, д). Брегфическая раковина диаметром 400 мкм, округлая, с прямым задним краем, имеет четкие границы с взрослой частью створки, расположена почти посередине створки, незначительно приближена к заднему краю (рис. 3, а). Поверхность брегфической раковины плотная, тонко гранулированная; местами, где брегфическая раковина разрушена,



Рис. 1. Схема расположения местонахождения брахиопод в районе м. Казантип, в юго-западной части о-ва Бельковский архипелага Новосибирские о-ва.

виден слой с прослоем бакулей, который является вторичным слоем уже взрослой раковины. Толщина бакулятного прослоя меняется от 4–5 до 12–13 мкм. Бакули имеют палочковидную форму или представлены образованиями в виде трех сросшихся палочек. Длина бакулей 3–4 мкм, толщина каждой палочки до 1 мкм (рис. 3, ж). Внутри бакулятного прослоя видны разрозненные участки пластинчатого прослоя, толщина пластин 0.1–0.2 мкм (рис. 3, е).

Взрослая часть створки орнаментирована рельефными линиями роста толщиной около 5 мкм и шириной до 7–10 мкм. Линии роста числом 16–18 наблюдаются в средней части створки впереди заднего края брефической раковины (рис. 3, в). Вблизи от брефической части створки имеются отдельные случаи раздвоения линий роста (рис. 3, б). Расстояние между линиями роста меняется от 15 мкм, вблизи от брефической раковины, до 40 мкм на остальной части створки. Есть участки, где новые линии роста возникают путем вклинивания (рис. 3, з; 4, д). Линии роста имеют округлое сечение в поперечнике (рис. 3, е; 4, а, б), тон-

ко гранулированную поверхность; размеры гранул – десятые доли микрона (рис. 4, б). В средней части взрослой створки между линиями роста местами обнажается вторичный слой с бакулятными прослоями и отдельными тонко гранулированными участками, размеры гранул 0.1–0.2 мкм (рис. 4, в). Тонкая радиальная штриховка в виде слабоволнистых линий имеется на большей части взрослой раковины (рис. 4, д). При хорошей сохранности непрерывная радиальная штриховка пересекает линии роста и промежутки между ними, занимая значительную часть поверхности створки (рис. 4, з). Толщина отдельной линии штриховки 1 мкм, расстояние между линиями штриховки 2–2.5 мкм. На той же створке на участках с плохо сохранившимся первичным слоем микроорнаментация в виде радиальной штриховки сохранилась плохо или отсутствует. Такой же характер тонкой радиальной микроорнаментации наблюдался у *Trematis* gen. et sp. indet. (семейство Trematidae) из фаменских отложений Польши (Balinski, Holmer, 1999). Природа образования микроорнаментации на раковинах хитиново-фосфатных брахиопод рассматривалась О. Ви-

Система	Отдел	Ярус	Свита	Литология	Пачка	Мощность, м	Место сбора лингулят	Описание пород
Каменноугольная	Нижний	Турнейский = серпуховский ?	Бельковская (нижняя часть)		III	10		Аргиллиты и алевролиты темно-серые, коричневатые, с редкими прослоями черных глинистых известняков
Девонская	Верхний	Фаменский	Чекурская (верхняя часть)		II	3.5		Переслаивание черных глинистых известняков и алевролитов
					I	5		Известняки темно-серые массивные, органогенно-обломочные, криноидные

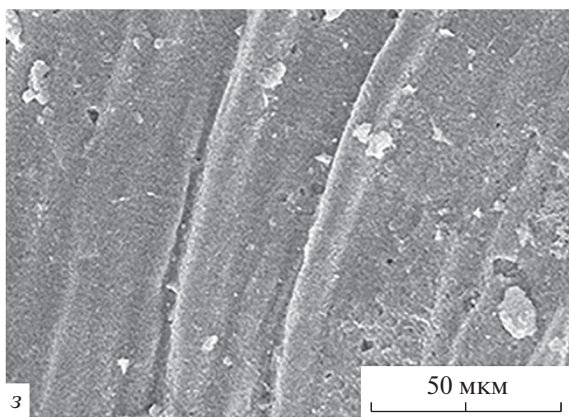
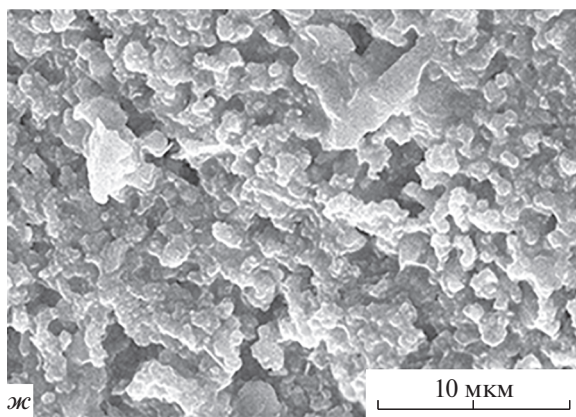
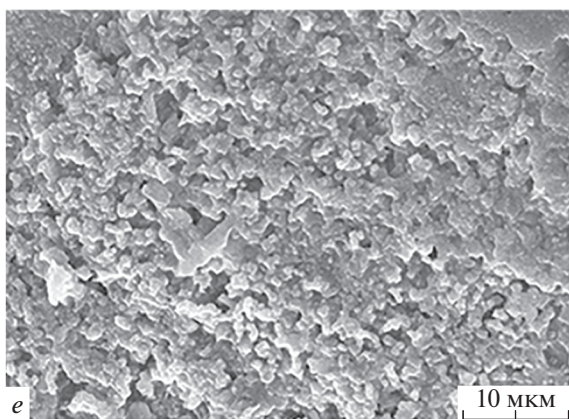
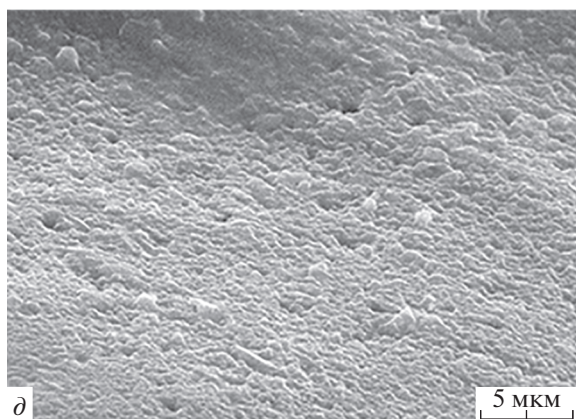
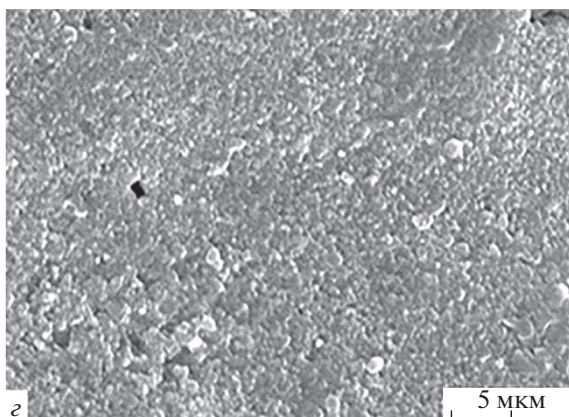
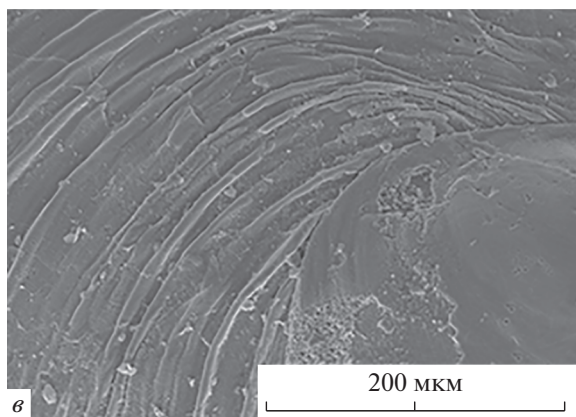
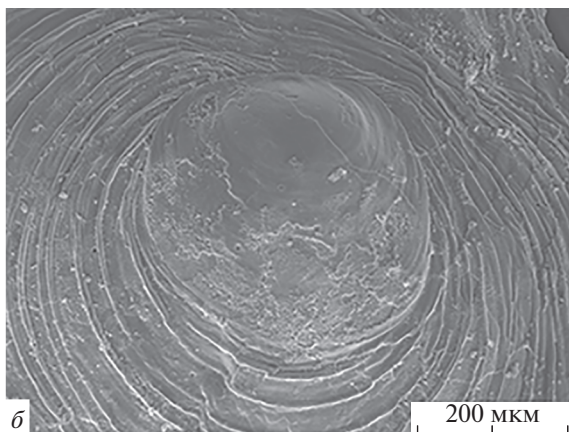
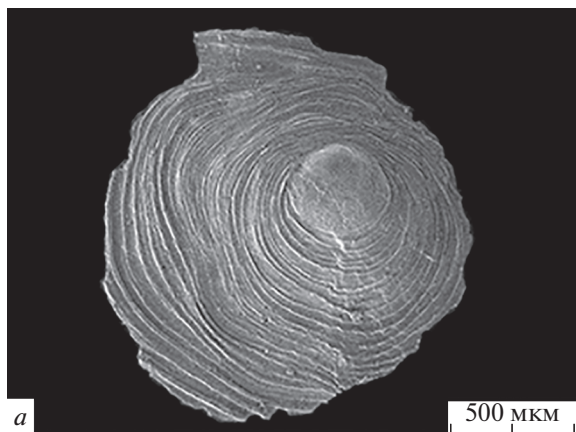
**Рис. 2.** Стратиграфическая колонка нижнефаменских отложений в районе м. Казантип, в юго-западной части о-ва Бельковский архипелага Новосибирские о-ва.

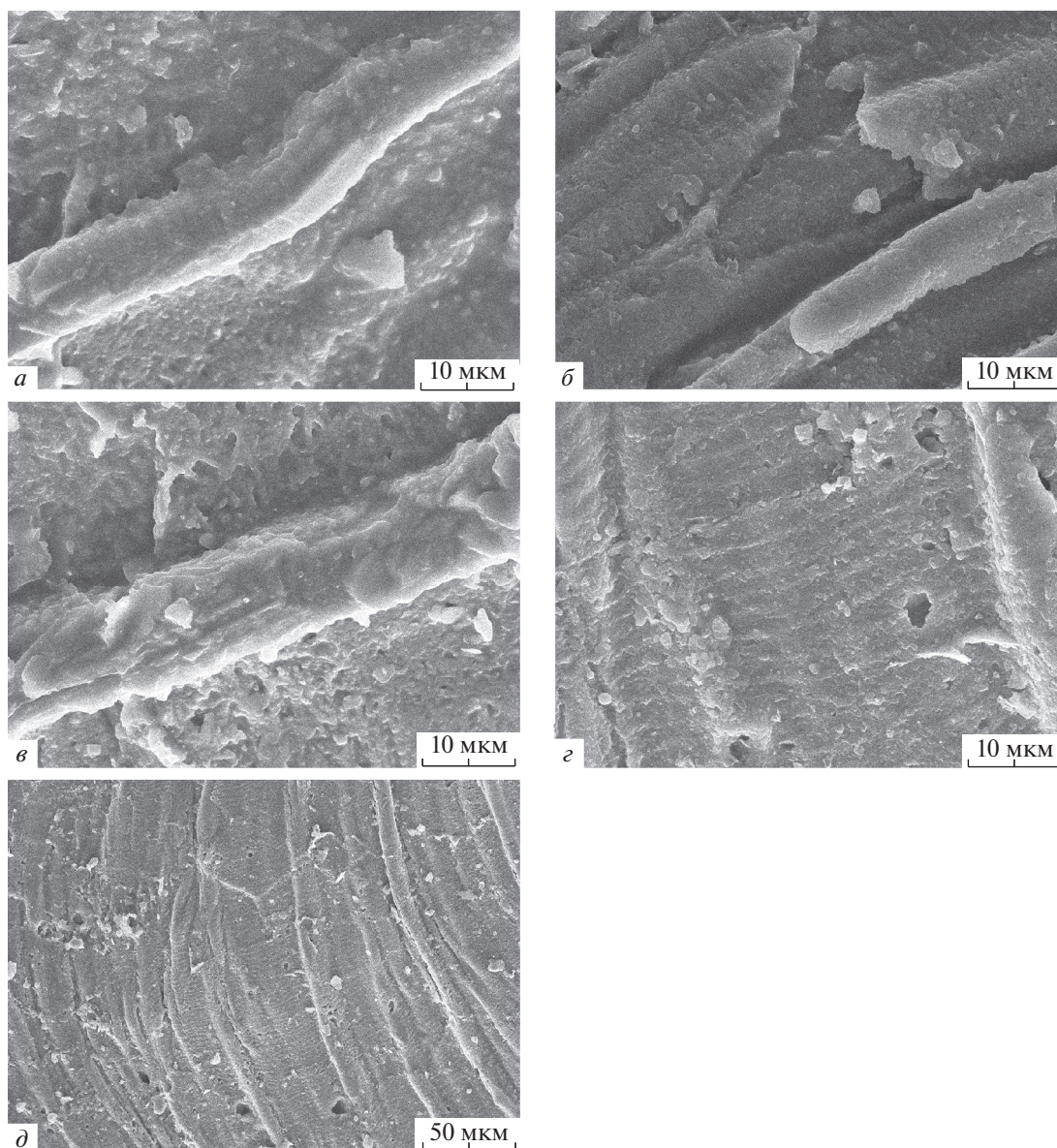
льямсом и Л. Холмером (Williams, Holmer, 1992) и Вильямсом (Williams, 2003).

Несмотря на характерные признаки наружного строения, рельефные линии роста и специфический микроорнамент на створках, не представляется возможным выделение самостоятельного вида вследствие недостаточного материала. Три

вида рода *Orbiculoidea*, в том числе *O. magnifica* Mergl, 2001, описаны из девонских отложений Богемии (Mergl, 2001). Микроструктура раковины и особенности микрорельефа описаны у *O. magnifica* из нижнедевонских отложений, лохковского яруса из Тимано-Печорской впадины (Смирнова и др., 2019).

**Рис. 3.** *Orbiculoidea* sp., экз. ПИН, № 5865/1, спинная створка: *a* – почти целая спинная створка с грубыми линиями роста, протегулюм и брефическая раковина четкие; *b* – макушечная часть, четкие границы протегулюма и брефической раковины, брефическая раковина четко отделяется от взрослой части створки; *в* – задний край протегулюма с неглубокой выемкой; *г* – тонко гранулированная структура протегулюма; *д* – микропористая поверхность на выемке протегулюма; *e* – вторичный слой взрослой раковины с бакулятным прослоем в местах разрушения брефической раковины; *ж* – увеличенный фрагмент предыдущего рисунка с бакулятным прослоем; *з* – участок поверхности с линиями роста, образованными путем вклинивания; Новосибирские о-ва, юго-западная часть о-ва Бельковский, м. Казантип; верхний девон, нижнефаменский подъярус.





**Рис. 4.** *Orbiculoidea* sp., экз. ПИН, № 5865/1, спинная створка: *a* – линии роста с округлым сечением; *б* – тонко гранулированная структура линий роста, имеющих округлое сечение; *в* – бакулятные прослои и отдельные участки тонко гранулированных структур под плотным первичным слоем по обе стороны от линии роста; *г* – тонкая радиальная штриховка на взрослой части створки; *д* – непрерывная радиальная штриховка пересекает всю поверхность взрослой раковины с линиями роста; Новосибирские о-ва, юго-западная часть о-ва Бельковский, м. Казантип; верхний девон, нижефаменский подъярус.

## К Л А С С LINGULATA

### НА Д С Е М Е Й С Т В О D I S C I N O I D E A G R A Y, 1840

#### СЕМЕЙСТВО TREMATIDAE SCHUCHERT, 1893

#### Под *Schizobolus* Ulrich, 1886

#### *Schizobolus polonicus* Balinski et Holmer, 1999

Табл. VII, фиг. 1–8 (см. вклейку)

*Schizobolus polonicus*: Balinski, Holmer, 1999, с. 340, фиг. 3A–N; 4; 5A–C, E, G.

Г о л о т и п – Ин-т палеобиологии Польской академии наук, № ZPAL Вр 45/5; Польша, Свентокшиские горы, Яблонна; нижний ордовик, тремадок, деритовый известняк.

О п и с а н и е. Спинная створка имеет округлые очертания; длина створки 800 мкм, ширина 720 мкм. Макушечная часть приближена к заднему краю, не выступает за его пределы (табл. VII, фиг. 1). Протегулюм полусферической формы, имеет диаметр 170 мкм. Поверхность протегулю-

ма плотная, тонко гранулированная, размеры гранул составляют десятые доли микрона. Брефическая раковина правильных округлых очертаний диаметром 400 мкм, отделяется от взрослой части створки валиком шириной 2–3 мкм. На поверхности брефической раковины различается микроорнаментация с тонким сетчатым рисунком, образованным ямками размерами 0.1–0.2 мкм (табл. VII, фиг. 2–4), впервые описанная у этого вида А. Балински и Л. Холмером (Balinski, Holmer, 1999). Сходный характер микроорнамента имеется у современной дисциниды *Pelagodiscus atlanticus* King, 1868.

У взрослой части створки вторичный слой характеризуется переслаиванием плотных слоев, совпадающих с линиями или пластинами роста, и более рыхлых, заполненных гранулами и сферулами слоев между ними (табл. VII, фиг. 5). Наибольшее число линий роста находится в средней части створки; в боковом направлении их количество уменьшается, ближе к макушке число линий роста меньше почти в два раза (табл. VII, фиг. 6). Ширина линий роста увеличивается по направлению к переднему краю, у макушки она составляет 2–3 мкм; в середине створки линии роста замещаются полосами роста. Полосы роста на небольшом расстоянии от брефической раковины имеют ширину 5–6 мкм. Их поверхность очень плотная, уплощенная, тонко гранулированная; размер гранул – доли микрона. У переднего края ширина полос роста достигает 20–35 мкм (табл. VII, фиг. 7). На этом уровне поверхность пластин роста гранулированная с участками тонких пластинок. Пространство между линиями роста имеет ширину от 25 мкм в задней половине створки до нескольких микрон в передней части створки, оно имеет гранулярную структуру с участками тонких пластинок (табл. VII, фиг. 8). Гранулы правильной, округлой формы, имеют размеры 0.3–0.4 мкм. Пластинки разрозненные, неправильной формы, толщиной 0.1–0.15 мкм, размерами 3–5 мкм.

**С р а в н е н и е.** *S. polonicus* отличается от других видов этого рода наличием короткой и более широкой треугольной выемки для ножки в середине заднего края. От Trematidae gen. et sp. nov. indet. из того же местонахождения (Balinski, Holmer, 1999) – отсутствием грубых линий роста и радиально расположенных мелких ребер.

**З а м е ч а н и я.** Род *Schizobolus* Ulrich, 1886 был условно отнесен в “Treatise...” (2000) к семейству Trematidae Schuchert, 1893, основным признаком которого является наличие на брефической раковине микроорнаментации из ямок. Основанием для условности отнесения послужило отсутствие такой микроорнаментации у типового вида *S. concentricus* (Vanuxem, 1842). Впервые микроорнаментация в виде многочисленных

ямок у этого рода была описана Балински и Холмером (Balinski, Holmer, 1999) у *S. polonicus* из фамена Польши. Была выявлена тонкая, поверхностная скульптура из ямок, частично стертая; размеры каждой ямки не превышали 0.1–0.2 мкм. На нашем материале из фамена Новосибирских о-вов у *S. polonicus* имеется отчетливая микроорнаментация на личиночной раковине. Микроорнаментация из ямок имеет вид очень тонкого прослоя, она стирается легким прикосновением и во многом зависит от способа получения материала. Наличие нескольких экз. *S. polonicus*, имеющих точечную микроорнаментацию, которые были найдены в различных удаленных местонахождениях, может служить аргументом в пользу отнесения этого рода к семейству Trematidae.

**М а т е р и а л.** Один экз. из фаменных пород точки 2060 района м. Казантип, южной части о-ва Бельковский из архипелага Новосибирские о-ва.

### Род *Opatrilkiella* Mergl, 2001

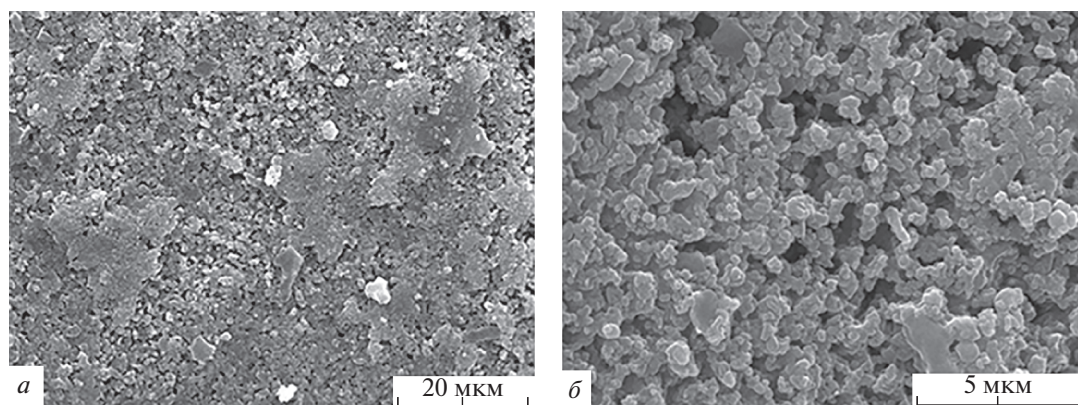
#### *Opatrilkiella minuta* Mergl, 2001

Табл. VIII, фиг. 1–8 (см. вклейку)

*Opatrilkiella minuta*: Mergl, 2001, с. 47, табл. 23, фиг. 1–8; табл. 24, фиг. 1–8.

**Г о л о т и п** – Национальный музей Праги, № PCZCU 130 (брюшная створка); № PCZCU 124 (спинная створка); Чешская республика, восточная стенка карьера Опатрика; девон, эйфель, формация Придори, верхняя часть Холина.

**О п и с а н и е** (рис. 5, а, б). Спинная створка овально-прямоугольных очертаний, с длинным прямым задним краем. В середине заднего края имеется неглубокая выемка. Боковые края в передней половине створки сохранились не полностью (табл. VIII, фиг. 1). Длина створки 1.5 мм, ширина 1 мм. Наружная поверхность с частично разрушенным первичным слоем. Протегулюм прикраевой, невысокий, немного выступающий за край створки, имеет диаметр 480 мкм. Форма протегулюма округло-конусовидная, он нечетко отделен от брефической части створки. Брефическая раковина имеет правильные округлые очертания, отделена от взрослой раковины валиком шириной 4 мкм. Диаметр брефической раковины 700 мкм (табл. VIII, фиг. 2). Микроскульптура протегулюма наблюдается на границе с брефической раковинной на небольших участках – это плотный гранулированный слой, где размеры гранул составляют десятые доли микрона. Микроорнаментация имеет вид сетки, состоящей из ямок, расположенных радиальными рядами (табл. VIII, фиг. 3, 4). Ямки размером 0.1–0.2 мкм. Под гранулированным слоем протегулюма находится бакулятный прослой вторичного слоя взрослой раковины (табл. VIII, фиг. 5). Длина бакулей 1.0–1.5 мкм, толщина отдельной палочки 0.5 мкм. На брефической раковине микроорна-



**Рис. 5.** *Opatrikiella minuta* Mergl, 2001, экз. ПИН, № 5865/2: *a* – наружная поверхность спинной створки, чередование плотных и бакулятных прослоев; *b* – бакулятный прослой; Новосибирские о-ва, м. Казантип, юго-западная часть о-ва Бельковский; фаменский ярус.

ментация сохранилась удовлетворительно на отдельных участках, на границе с протегулюмом (табл. VIII, фиг. 6). Видна сетка, состоящая из радиальных рядов ямок, каждая ямка размером 0.1–0.2 мкм. На остальной части брефической раковины микроорнаментация слабо выражена или не сохранилась. Поверхность брефической раковины, как и на протегулюме, тонко гранулированная, с гранулами размерами 0.1–0.2 мкм. Микроструктура взрослой раковины: характерно чередование прослоев тонко гранулированных, гранулированных и прерывистых пластинчатых (табл. VIII, фиг. 7, 8). Тонко гранулированные прослои совпадают с линиями роста, их средняя ширина 3–4 мкм. Ширина гранулированных прослоев до 15 мкм. На гранулированных прослоях хорошо видна микроорнаментация в виде сетки, состоящей из радиальных рядов ямок, ориентированных перпендикулярно линиям роста. Пластинчатые прослои выходят на поверхность в виде разрозненных пластин, протягивающихся параллельно линиям роста. Различаются отдельные пластины длиной до 17–18 мкм и шириной 7–8 мкм. Под пластинчатым прослоем есть довольно рыхлый бакулятный прослой – вторичный слой взрослой раковины, ширина его выхода до 15 мкм. Бакулятный прослой состоит из бакул; длина отдельной бакулы составляет 1.0–1.3 мкм, толщина 0.3 мкм (рис. 5, *a*, *b*). Разнообразие орнаментации на раковинах хитиново-фосфатных брахиопод, описанных из фаменских отложений Новосибирских о-вов, может быть обусловлено отличающейся у разных представителей природой периостракума и характером деятельности наружной лопасти мантии, продуцирующей первичный слой раковины (Williams, Holmer, 1992).

С р а в н е н и е. *O. minuta* Mergl, 2001 отличается от *O. sp. A* Mergl, 2001 и *O. sp. B* Mergl, 2001 вы-

тянутой формой раковины, короткими створками, узкой псевдоареей.

М а т е р и а л. Два экз. из фаменских пород точки 2060 района м. Казантип, южной части о-ва Бельковский из архипелага Новосибирские о-ва.

\*\*\*

Колл. № 5865 хранится в Палеонтологическом ин-те им. А.А. Борисяка РАН (ПИН РАН). Структура раковинного вещества изучалась с использованием электронного сканирующего микроскопа TESCAN VEGA IХMU (TESCAN) в ПИН РАН.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Смирнова Т.Н., Гатовский Ю.А., Жегалло Е.А.* Орнаментация и микроструктура раковины *Orbiculoidea magnifica* Mergl (Brachiopoda, Lingulida) из нижнего девона Тимано-Печорской впадины // Палеонтол. журн. 2019. № 3. С. 59–65.
- Balinski A., Holmer L.* The Late Devonian trematid lingulate brachiopods from Poland // Acta Palaeontol. Pol. 1999. V. 44. № 3. P. 335–346.
- Mergl M.* Lingulate brachiopods of the Silurian and Devonian of the Barrandian (Bohemia Czech Republic) // Acta Mus. Natl. Pragaе. 2001. V. 57. № 1–2. 49 p.
- Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt H. Brachiopoda. Revised. V. 2. Lawrence: Univ. Kansas Press, 2000. 423 p.
- Williams A.* Microscopic imprints on the juvenile shells on the Palaeozoic linguliform brachiopods // Palaeontology. 2003. V. 45. № 1. P. 67–92.
- Williams A., Holmer L.* Ornamentation and shell structure of acrotretoid brachiopods // Palaeontology. 1992. V. 35. P. 657–692.

## Объяснение к таблице VII

Фиг. 1–8. *Schizobolus polonicus* Balinski et Holmer, 1999, экз. ПИН, № 5865/3, спинная створка: 1 – общий вид, створка правильной округлой формы, протегулюм и брэфическая раковина четко выделяются в рельефе, приближены к задней части створки; 2, 3 – поверхность брэфической раковины с тонким сетчатым рисунком; 4 – увеличенный фрагмент фиг. 3; 5 – склон створки с переслаиванием плотных и рыхлых слоев; 6 – макушечная часть створки с началом линий роста; 7 – передний край с широкими линиями роста; 8 – участок поверхности между линиями роста, сферулитовый с прослоями тонких пластинок; Новосибирские о-ва, юго-западная часть о-ва Бельковский, м. Казантип; верхний девон, нижнефаменский подъярус.

## Объяснение к таблице VIII

Фиг. 1–8. *Opatirikiella minuta* Mergl, 2001, экз. ПИН, № 5865/2, спинная створка: 1 – наружное строение; 2 – задний край, протегулюм и брэфическая раковина; 3 – протегулюм с микроорнаментацией, мелкие ямки расположены параллельными рядами; 4 – протегулюм с микроорнаментацией, фрагмент; 5 – протегулюм, под ним участок бакулятного прослоя вторичного слоя взрослой раковины; 6 – брэфическая раковина, сетчатая микроорнаментация на границе с протегулюмом; 7 – взрослая часть створки, участки с пластинчатой скульптурой (в левом нижнем углу), плотным прослоем вторичного слоя и бакулятными прослоями в правом нижнем углу; 8 – поверхность взрослой части створки, чередование прослоев тонко гранулированных, гранулированных и прерывистых пластинчатых; Новосибирские о-ва, м. Казантип, юго-западная часть о-ва Бельковский; верхний девон, фаменский ярус.

## Shell Microstructure and Microornamentation of the Three Lingulate Genera of the Families Discinidae and Trematidae from the Famennian of Novosibirsk Islands

T. N. Smirnova<sup>1</sup>, Yu. A. Gatovsky<sup>1</sup>, E. A. Zhegallo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991 Russia*

<sup>2</sup>*Borissak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 117647 Russia*

The organophosphatic brachiopod assemblage from the Famennian deposits of Novosibirsk Islands was described firstly. There is the new information of shell microstructure of the genus *Opatirikiella*. It is supplemented information about microornamentation of genera *Orbiculoidea* and *Schizobolus*.

**Keywords:** Discinidae, Trematidae, shell microornamentation, microstructure, Novosibirsk Islands



