

Работы молодых ученых

УДК 563.3.016:551.736.3(571.63+510)

DOI: 10.31431/1816-5524-2019-2-42-98-110

СФИНКТОЗОА ИЗ НАХОДКИНСКОГО РИФА (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ, РОССИЯ) И РИФА ЛЕНГВУ (ПРОВИНЦИЯ ЧЖЭЦЗЯН, ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ КИТАЙ)

© 2019 Е.Н. Малышева

ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН,
690022, Владивосток, Россия; e-mail: rumbum@yandex.ru

Изучены сфинктозоа из Находкинского рифа (Южное Приморье) и рифа Ленгву (Юго-Восточный Китай). В пределах Находкинского рифа обнаружены новые для данного местонахождения таксоны *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan et Zhang, 1985 и *Celypia* cf. *bacula* Belyaeva, 2000. Проведена ревизия состава этих организмов и дополнен таксономический список с учетом новых находок. Расположение находок сфинктозоа на Находкинском рифе показало, что они являются основными каркасостойтелями совместно с водорослями и криноидеями. Установлены три стадии формирования рифа Ленгву, каждая из которых завершалась развитием рифа. На основе сравнительного анализа сфинктозоа из Находкинского рифа и рифа Ленгву установлена таксономическая близость фаун, что позволило сделать вывод о сходстве этих отложений по возрасту и условиям осадконакопления. Проведен анализ послойных изменений систематического и количественного состава сфинктозоа, выполнена стратиграфическая привязка таксонов по разрезу.

Ключевые слова: сфинктозоа, Южное Приморье, верхняя пермь, рифы, Юго-Восточный Китай.

ВВЕДЕНИЕ

Пермские карбонатные отложения Южного Приморья России и Южного Китая отличаются обилием ископаемой фауны (Беляева, Тащи, 1996; Shen, Kawamura, 2001). Активное участие в их формировании, наряду с другими организмами (водорослями, гастроподами, криноидеями, кораллами, мшанками, гидрозоа), принимали сфинктозоа. Иногда они были представлены в виде обособленных колоний, но чаще выступают в роли основных каркасостроителей рифов.

Сфинктозоа — ископаемые морские организмы, состоящие из надстраивающихся камер с пережимами — сфинктерами (Бойко и др., 1991; Бондаренко, Михайлова, 2013; Li et al., 2015; Senowbari-Daryan, García-Bellido, 2002; Vacelet, 2002). Данный класс животных относится к низшим многоклеточным. Все находки сфинктозоа приурочены к возрасту от кембрия до палеогена, но существуют данные на основе находок *V. crypta* (Vacelet, 2002), которые предполагают существование сфинктозоа в антропогене.

Общеизвестно значение сфинктозоа для стратиграфии, палеоэкологии, палеогеографии. В последнее время с появлением в мире все новых местонахождений этих организмов широкого возрастного диапазона (кембрий — неоген), возрастает их значение для стратиграфии. Особенно важна их приуроченность к определенным ограниченным интервалам внутри какого-либо крупного стратиграфического подразделения. В настоящее время местонахождения наиболее многочисленных и разнообразных по составу сфинктозоа относятся к позднепермскому и поздне триасовому возрасту, что позволяет довольно успешно проводить межрегиональную корреляцию вмещающих их отложений. При этом руководящие таксоны сфинктозоа, выделенные для более узких возрастных интервалов дают возможность более конкретной возрастной корреляции. Например, выделенные таксоны *Rhabdactinia* Yabe et Sugiyama, 1934, *Intrasporeocoelia* Fan et Zhang, 1985, *Lichuanospongia* Zhang, 1983, которые являются руководящими для джуньфинско-дорашамских отложений

(верхняя пермь) Находкинского рифа, встречены в отложениях чансинской формации (Юго-Восточный Китай) того же возраста (Бойко и др., 1991; Rigby et al, 1989). Приуроченность данных организмов к определенным условиям обитания (теплый климат, нормальная соленость воды, небольшие глубины, активная гидродинамика) может свидетельствовать и о сходной обстановке осадконакопления в указанное время в Южном Приморье и Юго-Восточном Китае. (Бойко и др., 1991; Малышева, 2017).

Сфинктозоа из известняковых отложений Находкинского рифа изучала Г.В. Беляева (1987; Belyaeva, 1992) совместно с Э.В. Бойко, И.Т. Журавлевой (Бойко и др., 1991) и А.П. Никитиной (Беляева, Никитина, 1984). Ими было выделено 13 новых видов, четыре рода и одно семейство. Всего на Находкинском рифе обнаружено 15 родов и 29 видов.

Автором настоящей работы было продолжено изучение данной группы организмов из указанного местонахождения (Малышева, 2016, 2017), но учитывая продолжающуюся разработку рифа местной строительной компанией, постоянно появляется возможность обнаружения новых находок сфинктозоа.

Автором была также изучена коллекция Г.В. Беляевой со сфинктозоа из рифа Ленгву (Юго-Восточный Китай). Исследованный материал позволил выявить некоторое сходство между изученными организмами обоих рифов и провести их сравнительную характеристику.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОД ИСЛЕДОВАНИЯ

Материалом для проведения исследования на Находкинском рифе послужила собранная автором коллекция образцов со сфинктозоа из данного местонахождения, из которых были изготовлены шлифы. Шлифы изучались с помощью микроскопа МБС-10, их фотографирование проводилось при помощи фотоаппарата Sony Cyber-shot DSC-H5 и видеоокуляра TouрCam UCМOS 10 MP.

С целью выявления особенностей фауны сфинктозоа Находкинского рифа было проведено ее сопоставление с фауной рифа Ленгву из Юго-Восточного Китая (провинция Чжэцзян). Для этого была изучена коллекция шлифов, полученных из материала, отобранного на этом рифе, и переданная автору Г.В. Беляевой, а также проанализированы данные комплексного изучения рифа Ленгву китайскими коллегами (Беляева, 2000; Liu et al, 2016; Shen, Kawamura, 2001; Wu, 1998; Xun, 1992).

При изучении разреза рифа Ленгву использовалась стратиграфическая колонка, составленная Ли Сунем (Xun, 1992). Послойная привязка

сфинктозоа выполнена Г.В. Беляевой (Беляева, 2000). Послойная характеристика разреза рифа Ленгву сделана автором настоящей статьи.

НАХОДКИНСКИЙ РИФ

Находкинский риф расположен на восточной окраине г. Находка, в районе Нефтебазы (42°46.16' с.ш.; 132°52.72' в.д.) (рис. 1). До разработки карьера он представлял собой куполовидную возвышенность с овальным основанием (по длинной оси ~150 м, по короткой ~40 м) (Беляева, Тащи, 1996). В связи с активной разработкой карьера в настоящее время от массива осталась примерно 1/2 часть. Основной органический состав рифа — это сфинктозоа, кораллы, фораминиферы, криноидеи, водоросли. В небольшом количестве присутствуют двусторчатые моллюски, аммоноидеи, мшанки. Следует отметить, что основными каркасостроителями были сфинктозоа совместно с криноидеями, которые встречаются на всем протяжении рифа. Особенно многочисленны сфинктозоа в составе ядра рифа (в верхней части массива), где они образуют крупные ветвистые колонии. Также многочисленны сфинктозоа и в нижней части массива (рис. 2, 3).

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ НАХОДКИНСКОГО РИФА

Формирование Находкинского рифа началось в средней перми (поздне-кептенский подвек) (рис. 2). В это время стали образовываться фации банки с мелкими фораминиферами и крупными фузулинидами.

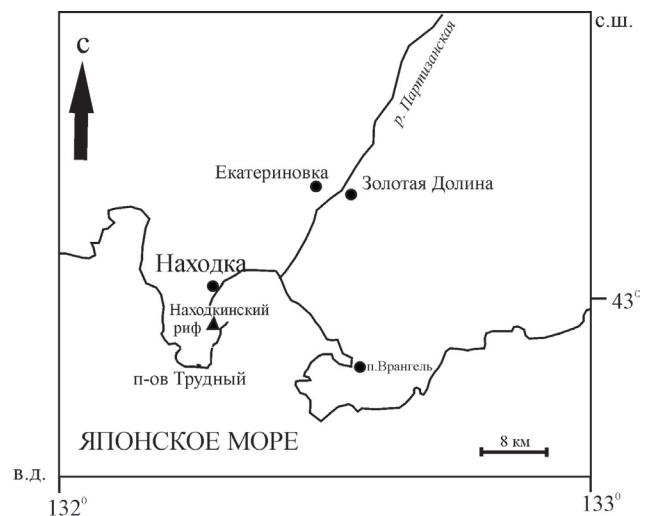


Рис. 1. Схема расположения Находкинского рифа в Южном Приморье по (Малышева, 2016) с дополнениями.

Fig. 1. Location map of the Nakhodka Reef in Southern Primorye by Malysheva (2016) with additions.

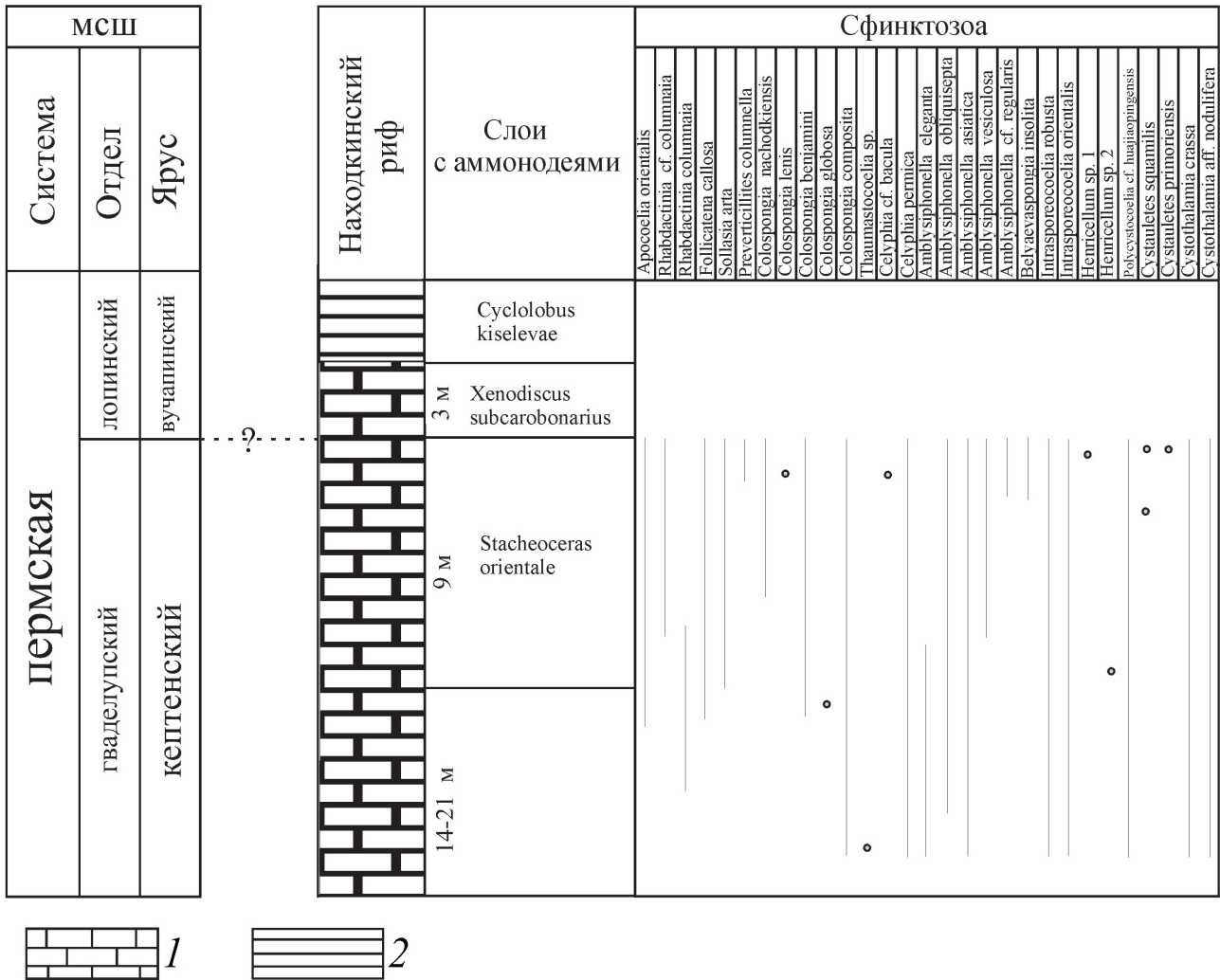


Рис. 2. Стратиграфическая колонка Находкинского рифа (Южное Приморье) по (Котляр, 2015): 1 — известняки; 2 — аргиллиты.

Fig. 2. Stratigraphic column of the Nakhodka Reef (Southern Primorye). Modified after Kotlyar (2015): 1 — limestones; 2 — mudstones.

Далее формировались фации биостромов и биогермов. Они сложены криноидеями, мшанками, сфинктозоа, кораллами. Также здесь встречены брахиоподы, двустворчатые моллюски.

Фации ядра рифа обнаружены в верхней части массива и являются наиболее разнообразными по составу организмов. Они сложены многочисленными сфинктозоа, криноидеями, водорослями, мшанками, губками.

Зарифовые фации представлены темно-серыми до черных пелитоморфными известняками, в которых присутствуют юные формы сфинктозоа и водоросли. Фации склона — это обломочные известняки с криноидеями, сфинктозоа, губками, мшанками, гидроидными. Завершилось развитие рифа в начале верхней перми (ранне-вучапинский подвек).

РИФ ЛЕНГВУ

Риф расположен вблизи поселка Ленгву, уезде Тунлу провинции Чжэцзян (Shen, Kawamura, 2001) (рис. 4). Он образован в основном водорослями, губками, гидроидными, мшанками. Рифовые известняки залегают на тонкозернистых песчаниках с прослоями аргиллита (Wu, 1998).

Изучением рифа Ленгву стали заниматься еще с 1960-х годов (Fan, Zhang, 1985; Yang, Yang, Jiang, 1981). Интерес к нему возникает и в XXI в. (Liu et al., 2016; Shen, Kawamura, 2001). Детальное исследование рифа провели Цзянь Вэй Шень и Тошио Кавамура (Shen, Kawamura, 2001), которые дали точную палеоэкологическую характеристику фауне, позволяющую восстановить условия формирования рифа. Первые упоминания о находках сфинктозоа в провинции Чжэцзян встречаются в работах

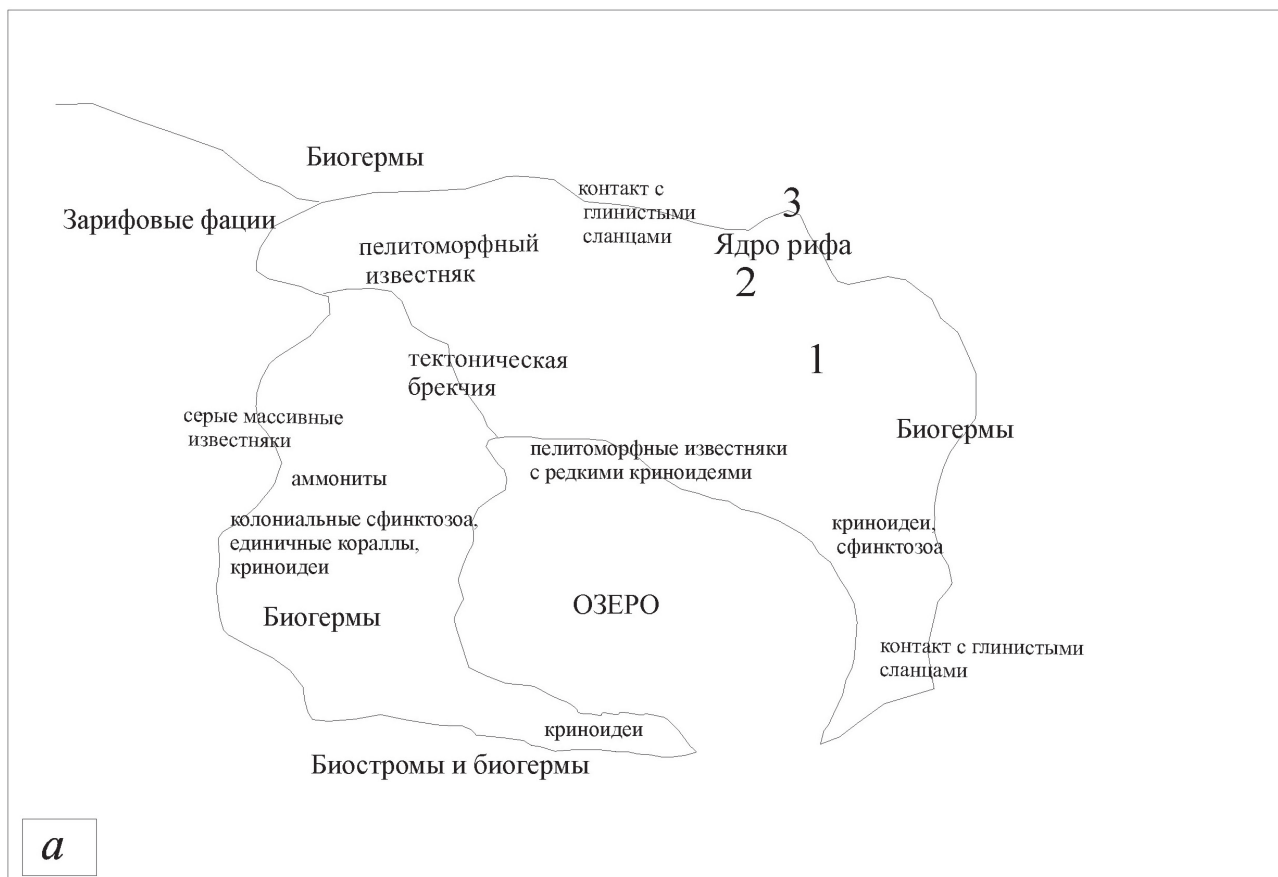


Рис. 3. Схема находок сфинктозоа на Находкинском рифе: *а* — схематическое изображение Находкинского рифа; *б* — вид сверху; *в* — восточный склон. 1 — зона *Xenodiscus subcarbonarius* со сфинктозоа *Henricellum* sp.2, *Follicatena*, *Belyaevainsolita*, *Cystothalamia*, *Amblysiphonella*, *Colospongia*, *Dictyocoelia*, *Preverticillites*; 2 — зона *Stacheoceras orientale* со сфинктозоа *Henricellum* sp.1, *Celyphia*, *Apocoelia*, *Colospongia*, *Amblysiphonella*, *Intrasporeocoelia*, *Rhabdactinia*, *Cystauletes*, *preverticillites*, *Squamella*; 3 — зона *Cyclolobus kiselevae*.

Fig. 3. The scheme of places where the sphinctozoans were found in the Nakhodka Reef: *a* — schematic representation of the Nakhodka Reef; *б* — top view; *в* — Eastern slope. 1 — *Xenodiscus subcarbonarius* zone with sphinctozoans *Henricellum* sp., *Follicatena*, *Belyaevainsolita*, *Cystothalamia*, *Amblysiphonella*, *Colospongia*, *Dictyocoelia*, *Preverticillites*; 2 — *Stacheoceras orientale* zone with sphinctozoans *Henricellum* sp.1, *Celyphia*, *Apocoelia*, *Colospongia*, *Amblysiphonella*, *Intrasporeocoelia*, *Rhabdactinia*, *Cystauletes*, *preverticillites*, *Squamella*; 3 — *Cyclolobus kiselevae* zone.

Ян (Yang, 1981), Ян и Цзян (Yang, Jiang, 1991) и Ли Сунь (Xun, 1992), которые проводили литологическое изучение рифогенных отложений в данном районе и обнаружили там сфинктозоа совместно с водорослями, мшанками, редкими

кораллами, инозоа, гидрзоа, криноидеями и брахиоподами.

В 1994 г. Г.В. Беляева, занимавшаяся изучением сфинктозоа в России, совместно с сотрудницей Нанкинского института геологии и

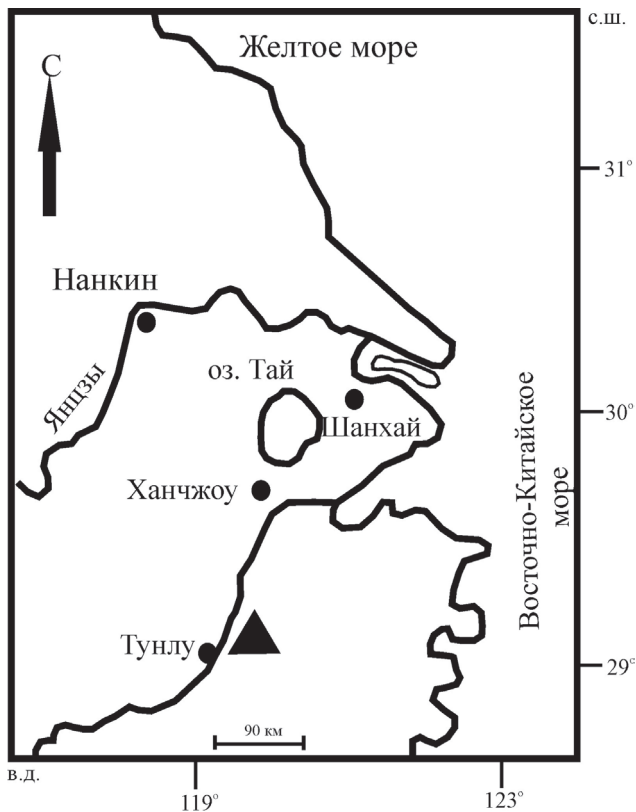


Рис. 4. Место расположения пермских отложений у поселка Тунлу (риф Ленгву) в Южном Китае по (Хун, 1992). Треугольником обозначено местонахождение изученной фауны у поселка Тунлу.

Fig. 4. The location of Permian deposits near the village of Tonglu (the Lengwu Reef) in Southern China by Xun (1992). The triangle denotes the location of the studied fauna near the village of Tonglu.

палеонтологии доктором Ян Вань-жен посетили разрез пермских отложений у поселка Ленгву. Там Г.В. Беляевой были впервые послойно по разрезу отобраны образцы со сфинктозоа и ею описаны новые таксоны: род *Tongluspongia* Belyaeva, 2000 с видом *Tongluspongia yangae* Belyaeva, 2000 и род *Chinaspongia* Belyaeva, 2000 с видом *Chinaspongia fani* Belyaeva, 2000, а также виды *Celyphia bacula* Belyaeva, 2000 и *Rhabdactinia reticulatus* Belyaeva, 2000 (Беляева, 2000). Некоторые из них представлены на рис. 5. Коллекцию Беляева передала автору статьи для дальнейшего изучения.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ РИФА ЛЕНГВУ

Согласно данным, полученным Цзянь Вэй Шень, Тошио Кавамура (Shen, Kawamura, 2001) и Лин Лю с соавторами (Liu et al., 2016), описываемый риф представляет собой сложную органогенную постройку, имеющую три стадии развития, каждая из которых завершалась во время снижения уровня моря (рис. 6).

Первая стадия развития рифа фиксируется сменой алевролитов известняками. В большинстве известняков содержатся криноидеи с некоторым количеством фрагментов брахиопод, водорослей, губок, брюхоногих моллюсков, кораллов. Некоторые обломки окутаны микритом. Фации ядра рифа сложены губками, гидроидными, брюхоногими моллюсками, мшанками. Фации равнинного рифа состоят из обломков иглокожих, губок, мшанок. Завершилась стадия снижением уровня моря (Liu et al., 2016; Shen, Kawamura, 2001).

Вторая стадия становления рифа связана с повышением уровня моря. На начальном этапе в формировании отложений принимали участие губки, гидрозоа, табуляты, доминируют криноидеи, брахиоподы, водоросли. Фации ядра рифа содержат большое количество красных водорослей, мшанок, губок и гидрозоа. Рифостроящие организмы более разнообразны, чем в первом рифовом цикле. Некоторые из них сохранились на месте, а другие попали в место захоронения в виде обломков. Средняя часть ядра рифа представлена серым массивным гидроидным и губковым известняками с серыми массивными инкрустирующими красными водорослями, соединенными гидрозоа и губками. В верхней части присутствуют губки, гидроидные, криноидеи, гастроподы, мшанки. Фации равнинного рифа состоят из серых толстослоистых биокластических известняков с мшанками, губками, брюхоногими. Закончилась стадия снижением уровня моря (Liu et al., 2016; Shen, Kawamura, 2001).

Третья стадия формирования рифа начинается также с повышения уровня моря. Здесь присутствуют темно-серые толстослоистые известняки с губками, мшанками, иглокожими, фораминиферами, криноидеями, кораллами, водорослями, моллюсками. Известняки ядра рифа содержат в нижней части губки, фрагменты иглокожих и мшанок, в средней — водоросли, губки, гидроидные, и в верхней — губки, гидрозоа, водоросли. Фации равнинного рифа состоят из серого и черного толстослоистого известняка. В верхней части присутствуют темно-серые толстослоистые биокластические известняки, содержащие брюхоногих моллюсков, обломки иглокожих (Liu et al., 2016; Shen, Kawamura, 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение материала показало, что сфинктозоа были основными каркасостроителями Находкинского рифа, наряду с водорослями и криноидеями. Анализ систематического и количественного состава сфинктозоа в известняках Находкинского рифа свидетельствует о том, что

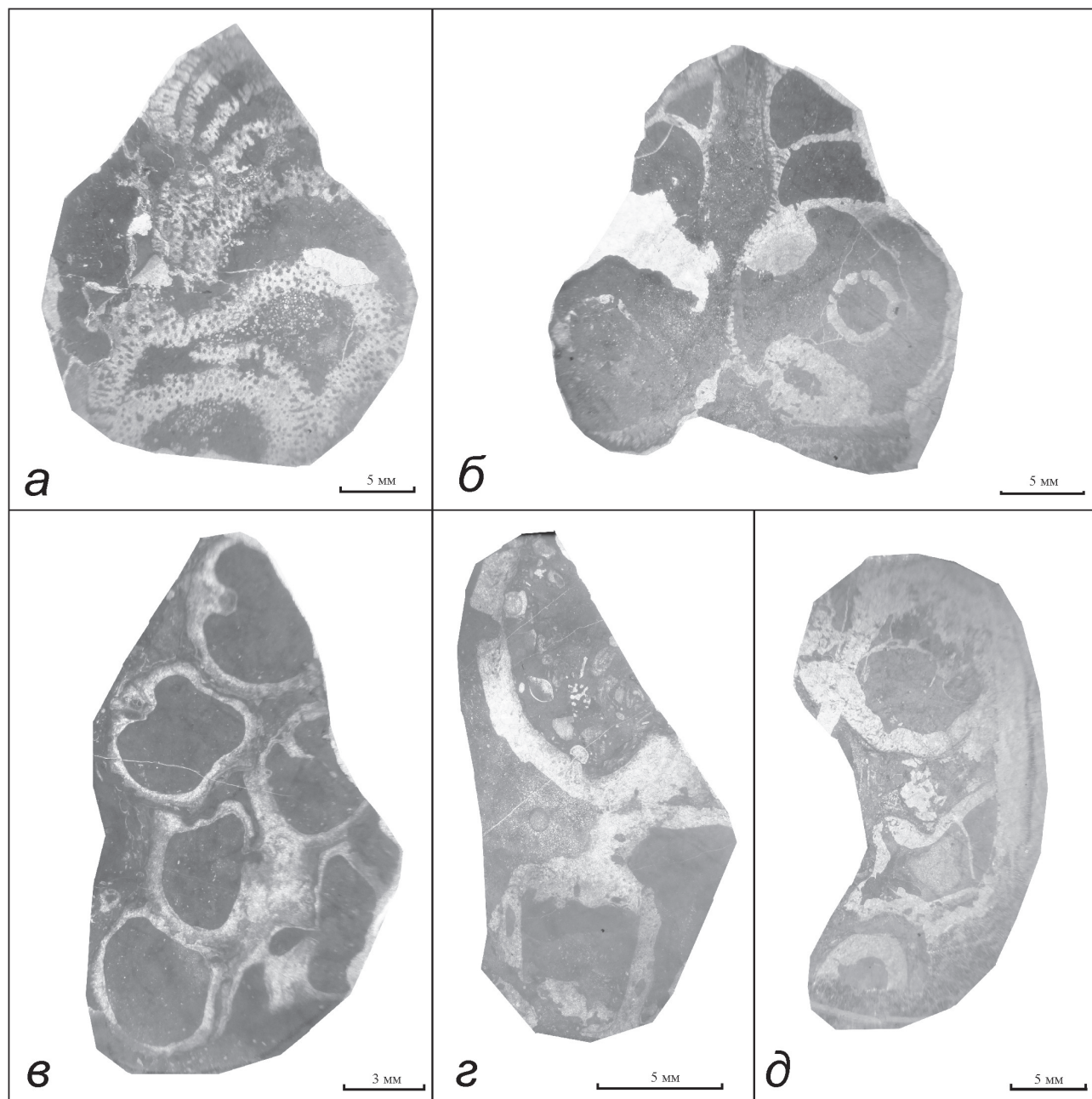


Рис. 5. Фотографии шлифов со сфинктозоа по (Беляева, 2000): *a* — *Rhabdactinia reticulatus* Belyaeva, 2000, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *б* — *Chinaspongia fani* Belyaeva, 2000, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *в* — *Celyphia bacula* Belyaeva, 2000, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *г* — *Tongluspongia yangae* Belyaeva, 2000, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *д* — *Tongluspongia yangae* Belyaeva, 2000, косопродольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай.

Fig. 5. Photographs of thin sections with sphinctozoan by Belyaeva (2000): *a* — *Rhabdactinia reticulatus* Belyaeva, 2000, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; *б* — *Chinaspongia fani* Belyaeva, 2000, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; *в* — *Celyphia bacula* Belyaeva, 2000, longitudinal section, Lengwu reef, Southern China; *г* — *Tongluspongia yangae* Belyaeva, 2000, longitudinal section, Lengwu reef, Southern China; *д* — *Tongluspongia yangae* Belyaeva, 2000, maprotiline section, the Lengwu Reef, Southern China.

данные организмы имеют прямое отношение ко всем стадиям формирования рифа. Они встречаются в составе биостромов, биогермов, ядра рифа и в зарифовых фациях. Фации биогермов и биостромов сложены каркасными известняками с криноидеями, водорослями. Наиболее

богатыми в количественном и качественном отношениях являются сообщества из биогермных известняков и ядра рифа. Максимальное разнообразие сфинктозоа отмечается в составе ядра рифа в верхней его части. Здесь наблюдаются крупные ветвистые колонии сифонатного

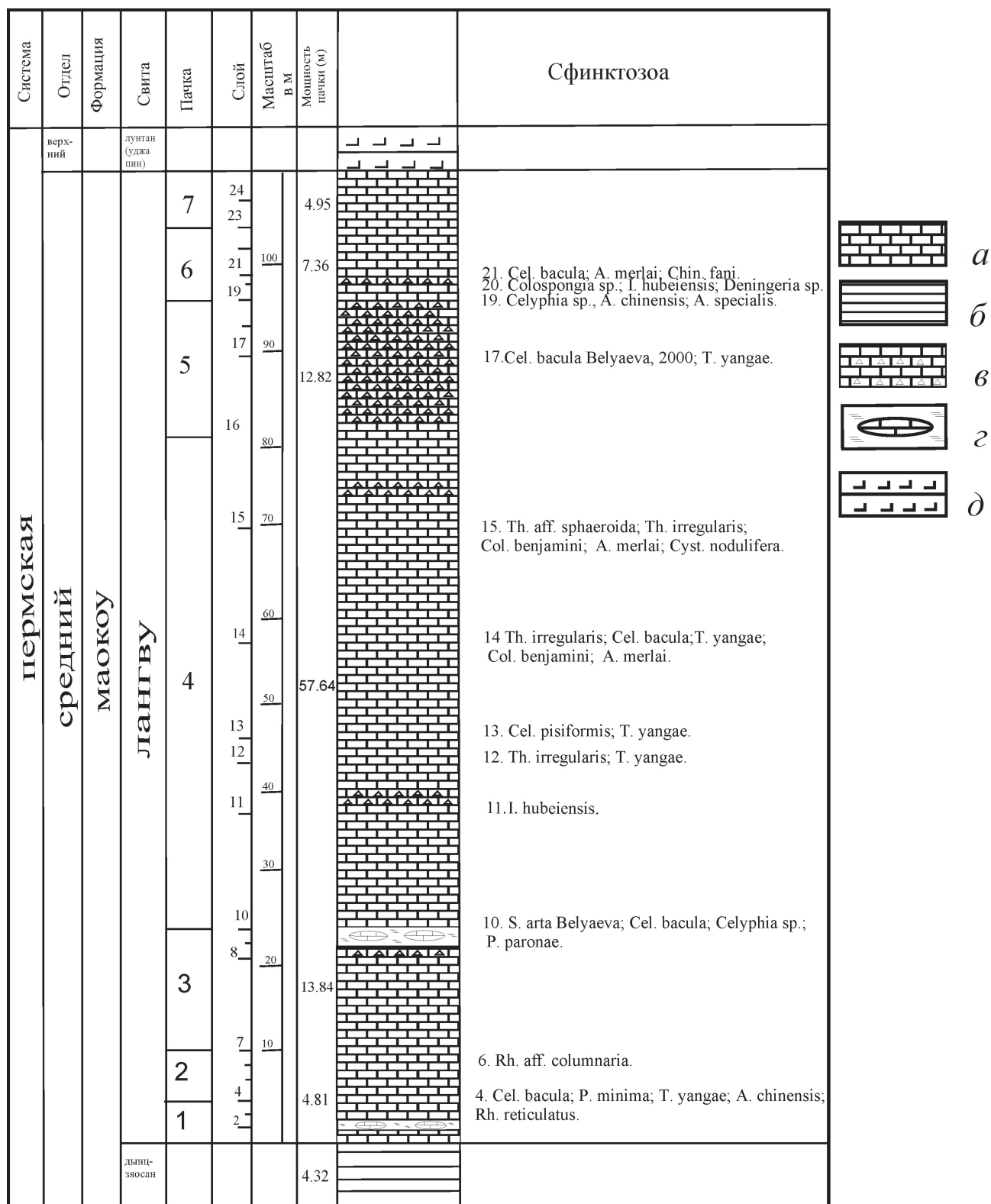


Рис. 6. Стратиграфическая колонка разреза у поселка Тунлу (риф Ленгву) по (Хун, 1992). Послойная привязка сфинктозоа выполнена Беляевой (2000): *a* — массивные известняки; *b* — черные глинистые сланцы; *v* — органогенные обломочные известняки; *z* — массивные известняки, залегающие в виде линз среди глинистых пород; *d* — углистые породы (сланцы, угли).

Fig. 6. Stratigraphic column of the section near the village of Tonglu (the Lengwu Reef by Xun (1992). Layer-by-layer binding of sphinctosoa was made by Belyaeva (2000): *a* — massive limestones; *b* — black clay shales; *v* — organogenic clastic limestones; *z* — massive limestones lying in the form of lenses among the clay rocks; *d* — carbonaceous rocks (shales, coals).

(*Amblysiphonella*, *Rhabdactinia*, *Intrasporeocoelia*) и асифонатного (*Colospongia*) типов. Также встречаются одностенники (*Sollasia*). Более редки чешуйчатые стелющиеся формы (*Cystothalamia*, *Celyphia*) (Беляева, 1987). Сфинктозоа из зарифовых фаций отличаются небольшими размерами, тонкими скелетами и обилием молодых недоразвитых ветвей. Среди них преобладают асифонатные формы (*Cystothalamia*, *Celyphia*, *Follicatena*). В нижней части массива встречаются в основном *Colospongia* и *Amblysiphonella* (Беляева, Тащи, 1996) (рис. 3). Всего на Находкинском рифе встречены представители 8 семейств, 15 родов и 31 вид. Полученные данные о сфинктозоа из Находкинского рифа дополнили сведения о распространении данных организмов в Южном Приморье в целом.

Автором статьи получены новые сведения о сфинктозоа Находкинского рифа: впервые были обнаружены таксоны *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan et Zhang, 1985 (рис. 7ж) и *Celyphia* cf. *bacula* Belyaeva, 2000 (рис. 7д, е), составлена схема находок данных организмов, выполнена стратиграфическая привязка выделенных таксонов, проведен анализ послонных изменений систематического и количественного состава сфинктозоа (рис. 2, 3).

В результате проведенного монографического изучения сфинктозоа из коллекции Г.В. Беляевой, собранной на рифе Ленгву нами были определены следующие виды: *Sollasia arta* Belyaeva, 1991 (рис. 7з); *Thaumastocoelia irregularis* Senowbari-Daryan, 1996 (рис. 7у); *Th. aff. sphaeroida* Senowbari-Daryan, 1994 (рис. 7к); *Celyphia pisiformis* (Münster), 1841 (рис. 7л); *Celyphia* sp. (рис. 7а); *Parauvanella minima* Senowbari-Daryan, 1990 (рис. 8б); *Parauvanella paronai* Senowbari-Daryan, 1988 (рис. 8в); *Colospongia nachodkiensis* Belyaeva, 1987 (рис. 7б, в); *Colospongia* sp. (рис. 6а); *Amblysiphonella* aff. *specialis* Rigby et Fan Jiasong 1989 (рис. 8з); *Amblysiphonella chinense* Hayasaka, 1918 (рис. 8д); *Amblysiphonella merlay* Parona, 1983 (рис. 8е); *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan and Zhang 1985 (рис. 8у); *Rhabdactinia* cf. *columnaria* Yabe et Sugiyama, 1934 (рис. 8ж); *Cystothalamia nodulifera* Girty, 1908 (рис. 8з); *Deningeria* sp. (рис. 7г).

Анализ послонных изменений систематического и количественного состава сфинктозоа в известняках рифа Ленгву показывает, что наиболее богатыми в количественном и качественном отношении сообщества отмечаются на двух стратиграфических уровнях (рис. 6). Первый из них приурочен к основанию разреза (слой 4), а второй уровень соответствует слоям 14 и 15. Сфинктозоа обоих уровней отличаются обилием асифонатных форм. Для первого из них характерны многочисленные представители *Parauvanella paronai* и *P. minima*, и *Tongluspongia yange*, а в слоях 14–15 встречаются *Tongluspongia*

yange и *Thaumastocoelia irregularis*. Кроме того, на этих уровнях встречаются единичные экземпляры асифонатных сфинктозоа *Sollasia* sp., *Colospongia bengamini*, *Celyphia bacula* и единичные сифонатные — *Amblysiphonella merlay*. Скорее всего, сфинктозоа слоев 4, 14 и 15 принимали участие в строительстве биогермов. В отложениях между указанными слоями и выше вплоть до 17-го слоя, присутствуют отдельные колонии и разрозненные самостоятельные асифонатные сфинктозоа. После 17-го слоя полностью исчезают *Tongluspongia yange*. В слое 19 сфинктозоа немногочисленны, но резко отличаются своим составом. Исключая единственный экземпляр *Celyphia* sp., здесь присутствуют только сифонатные формы *Amblysiphonella chinensis*, *A. specialis*, *A. merlay*, а в слое 20 появились сфинктозоа даже полисифонатные — *Chinaspongia fani*. Все это было вызвано, очевидно, резкой сменой условий обитания организмов.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СФИНКТОЗОА ИССЛЕДОВАННЫХ РИФОВ

Исследование всей фауны, обнаруженной в отложениях рифов, показало, что на обоих рифах сфинктозоа участвовали в каркасостроении совместно с другими организмами. Полученные результаты указывают на некоторое сходство по систематическому составу сфинктозоа между обоими рифами. На Находкинском рифе были обнаружены виды *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan and Zhang 1985 (рис. 7ж) и *Celyphia* cf. *bacula* Belyaeva, 2000 (рис. 7д, 7е). Последний имеет большое сходство с *C. bacula* Belyaeva, 2000, но отличается более мелкими размерами. Малое количество встреченных экземпляров пока не позволяет его выделить как новый вид.

Общими для обоих рифов являются следующие роды сфинктозоа: *Sollasia* Steinmann, 1882, *Celyphia* Pomel, 1872, *Colospongia* Laube, 1864, *Amblysiphonella* Steinmann, 1882, *Intrasporeocoelia* Fan et Zhang, 1985, *Rhabdactinia* Yabe et Sugiyama, 1934 и *Cystothalamia* Girty, 1908. Общими видами, обнаруженными на обоих массивах, являются *Sollasia arta* Belyaeva, 1991, *Colospongia nachodkiensis* Belyaeva, 1987, *Chinaspongia fani* Belyaeva, 2000, *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan and Zhang 1985, *Rhabdactinia* cf. *columnaria* Yabe et Sugiyama, 1934. Кроме того, на рифе Ленгву Беляевой был найден вид *Cystothalamia nodulifera* Girty, 1908, схожий с формой из известняков Находкинского рифа, описанной ею как *Cystothalamia* aff. *nodulifera* Girty, 1908.

Сфинктозоа могут быть использованы в качестве показателей для восстановления обстановок осадконакопления, при которых происходило образование рифов. Близость

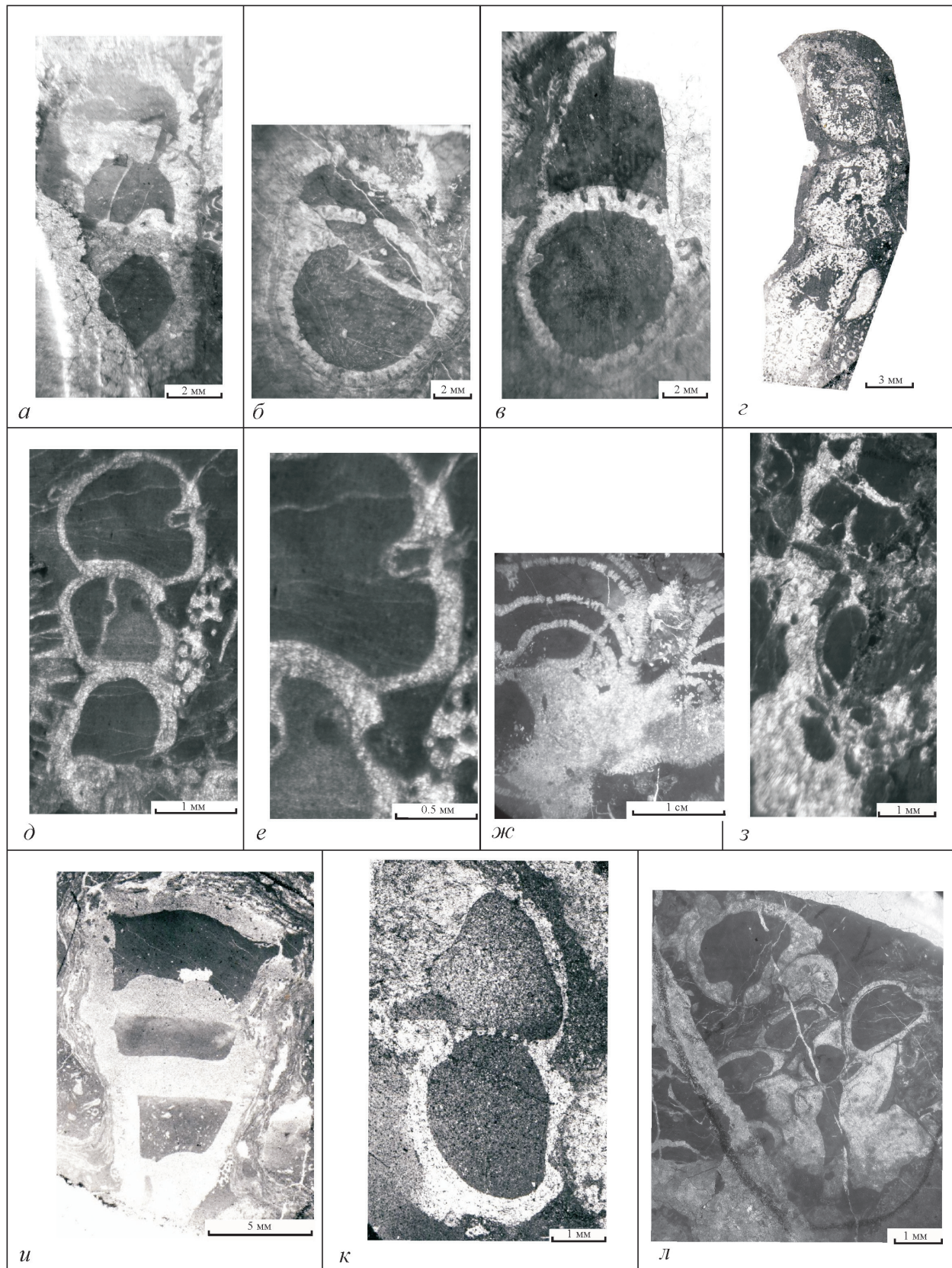


Рис. 7. Фотографии шлифов со сфинктозоа: *a* — *Colospongia* sp., продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *б* — *Colospongia nachodkiensis* Belyaeva, 1987, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *в* — *Colospongia nachodkiensis* Belyaeva, 1987, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *з* — *Deningeria* sp., продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *д* — *Celyrphia* cf. *bacula* Belyaeva, 2000, продольное сечение, Находкинский риф, Южное Приморье; *е* — *Celyrphia* cf. *bacula* Belyaeva, 2000, фрагмент наружной части двух камер с хорошо выраженным строением каналов, Находкинский риф, Южное Приморье;

таксономического состава и экологических структур ископаемых сообществ этих организмов могут говорить об относительно однотипных экологических условиях. Проведенные китайскими учеными детальные исследования рифа Ленгву (Liu et al., 2016; Shen, Kawamura, 2001) показали, что данный риф формировался в мелководной сублиторальной зоне недалеко от устья реки, которая оказывала влияние на его развитие. Некоторые слои рифа содержат карбонатные песчаники и глинистые отложения, что указывает на спорадическое поступление терригенных осадков. Кроме того, образование рифа Ленгву происходило с перерывами, связанными с неоднократным понижением уровня моря, вызывавшим обмеление территории, и увеличением объёмов терригенного материала, поступающего из реки (Liu et al, 2016). Находкинский риф, наоборот, формировался непрерывно (Беляева, Тащи, 1996). Он был расположен также вблизи от берега в зоне малоподвижного мелководья. Исследования показали, что отложения рифа

Ленгву соответствуют средней перми (Liu et al, 2016; Shen, Kawamura, 2001; Wang, 1987; Wu, 1998; Xun, 1992; Yang, Jiang, 1981), а Находкинского рифа — концу средней — началу поздней перми (Беляева, Тащи, 1996; Бойко и др., 1991; Котляр и др., 1987) (таблица).

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований на Находкинском рифе были встречены таксоны (*Intrasporeocoelia hubiensis* Fan et Zhang и *Celyphia* cf. *bacula* Belyaeva, 2000), которые ранее не указывались для данного местонахождения и дополнены сведения об их распространении на изучаемом рифе.

Изучение коллекции шлифов со сфинктозоа с рифа Ленгву позволило провести анализ послойных изменений систематического и количественного состава сфинктозоа в известняках. Были определены 15 видов и проведена их сравнительная характеристика со сфинктозоа из Находкинского рифа.

Соотношение формации Маокоу с общепринятой стратиграфической шкалой.

The correlation of the Maokou formation to the generally accepted stratigraphic scale.

Система	Отдел	Ярусы МСШ	Формации	Свиты	Ярусы области Тетис	
Пермская	Верхний	Чансинский	Чансин		Дорашамский	
		Вучапинский			Лонгтан (Уджапин)	Джюльфинский
	Средний	Кептенский	Маокоу	Лангву	Мидийский	
		Вордский				
		Роудский		Дынцзяосан		Мургабский
			Чися			

жс — *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan and Zhang, 1985, продольное сечение, Находкинский риф, Южное Приморье; з — *Sollasia arta* Belyaeva, 1991, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; u — *Thaumastocoelia irregularis* Senowbari-Daryan, 1996, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; κ — *Thaumastocoelia* aff. *sphaeroida* Senowbari-Daryan, 1994, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; л — *Celyphia pisiformis* (Münster), 1841, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай.

Fig. 7. Photographs of thin sections with sphinctozoan: a — *Colospongia* sp., longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; б — *Colospongia nachodkiensis* Belyaeva, 1987, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; в — *Colospongia nachodkiensis* Belyaeva, 1987, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; г — *Deningeria* sp., longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; д — *Celyphia* cf. *bacula* Belyaeva, 2000, holotype, longitudinal section, the Nakhodka Reef, Southern Primorye; Fig. e — *Celyphia* cf. *bacula* Belyaeva, 2000, a fragment from the outer part of the two chambers with a well-defined structure of the channels, the Nakhodka Reef, Southern Primorye; жс — *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan and Zhang, 1985, longitudinal section, the Nakhodka Reef, Southern Primorye; з — *Sollasia arta* Belyaeva, 1991, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; u — *Thaumastocoelia irregularis* Senowbari-Daryan, 1996, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; κ — *Thaumastocoelia* aff. *sphaeroida* Senowbari-Daryan, 1994, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; л — *Celyphia pisiformis* (Münster), 1841, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China.

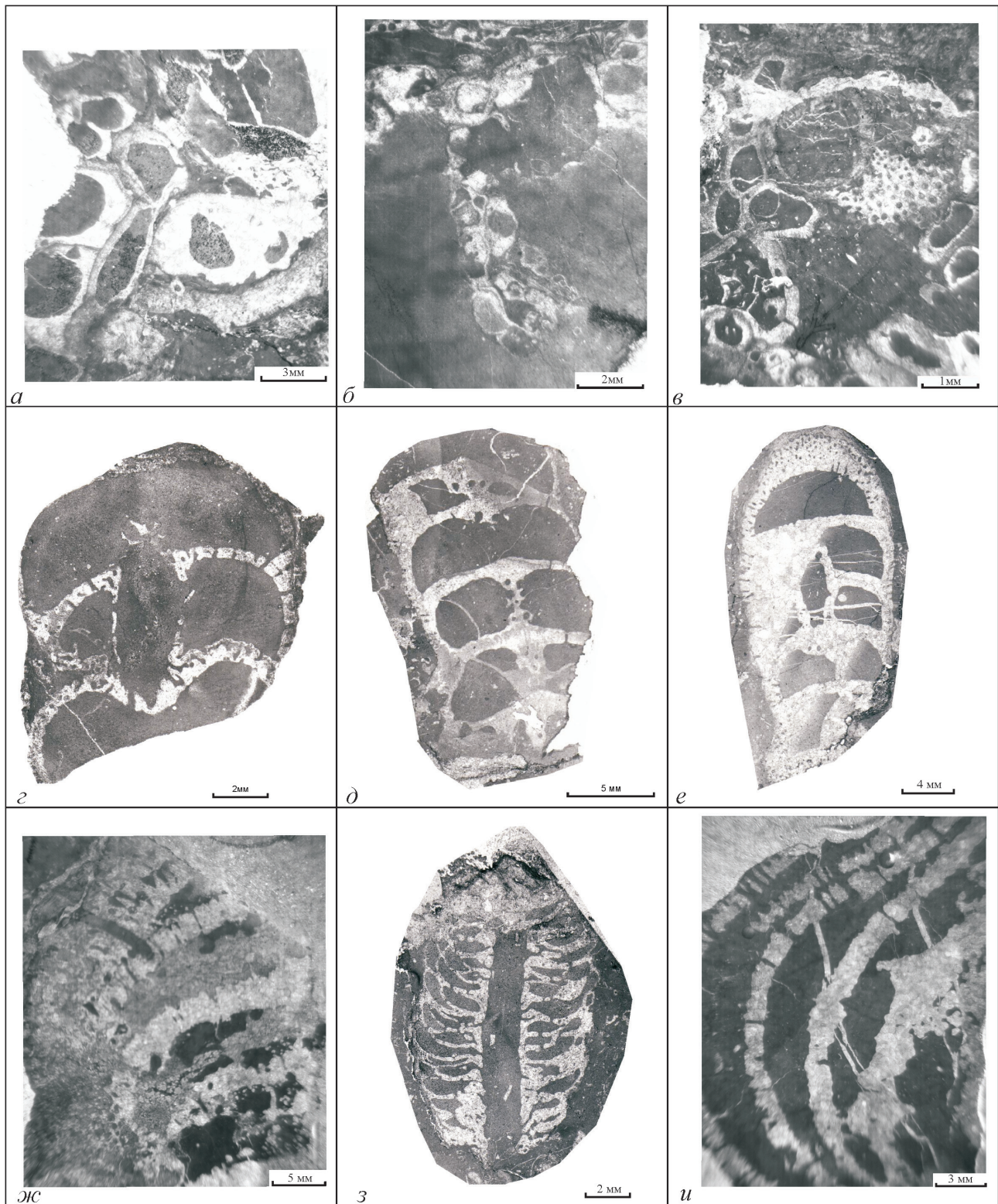


Рис. 8. Фотографии шлифов со сфинктозоа: *a* — *Celyphia* sp., продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *б* — *Parauvanella minima* Senowbari-Daryan, 1990, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *в* — *Parauvanella paronai* Senowbari-Daryan, 1988, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *г* — *Amblysiphonella* aff. *specialis* Rigby and Fan Jiasong 1989, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *д* — *Amblysiphonella chinense* Hayasaka, 1918, косопродольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *е* — *Amblysiphonella merlay* Parona, 1983, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *ж* — *Rhabdactinia* cf. *columnaria* Yabe et Sugiyama, 1934, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *з* — *Cystothalamia nodulifera* Girty, 1908, продольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай; *и* — *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan and Zhang 1985, косопродольное сечение, риф Ленгву, Южный Китай.

Сравнительный анализ таксономического состава и количественных характеристик сообществ сфинктозоа изученных рифов позволил сделать вывод об относительной синхронности их формирования (Ленгву — средняя пермь, Находкинский — средняя пермь — начало поздней перми) и сходстве условий осадконакопления. В том и другом случае палеоэкологические характеристики обнаруженных таксонов свидетельствуют о том, что осадконакопление происходило в прибрежно-морских условиях.

Расположение находок сфинктозоа на Находкинском рифе показало, что они являются основными каркасостойтелями совместно с водорослями и криноидеями. Хорошая сохранность колоний и их большая протяженность свидетельствуют о благоприятных условиях в период рифообразования. На рифе Ленгву периодически условия изменялись из-за обмеления, но вскоре опять восстанавливались с поднятием уровня моря. Это позволило выделить три стадии его формирования, каждая из которых завершалась развитием рифа.

Автор выражает благодарность к.г.-м.н. Г.В. Беляевой за любезно предоставленные материалы, д.г.-м.н. И.В. Кемкину, д.г.-м.н. Ю.Д. Захарову и к.г.-м.н. Т.А. Пуниной за ценные замечания к статье.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект мол_а № 18-35-00063 и частичной финансовой поддержке проектов РФФИ: проект А № 18-05-00023 и проект ГФЕН_а № 18-55-53055.

Список литературы [References]

- Беляева Г.В.* Некоторые позднепермские сфинктозоа юга Приморья // Проблемы биостратиграфии перми и триаса востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 49–53 [*Belyaeva G.V.* On some Late Permian Sphinctozoa of South Primorye // Problems of the Permian and Triassic biostratigraphy of East USSR. Vladivostok: FESC AS USSR. 1987. P. 49–53 (in Russian)].
- Беляева Г.В.* Новые таксоны сфинктозоа из пермских рифов юго-восточного Китая // Палеонтологический журнал. 2000. № 2. С. 41–46 [*Belyaeva G.V.* New Taxa of Sphinctozoa from the Permian Reefs of Southeastern China // Paleontological Journal. 2000. Iss. 2. P. 41–46 (in Russian)].

Беляева Г.В., Никитина А.П. Сфинктозоа Дальнего Востока // ДАН. 1984. Т. 276. № 3. С. 711–713 [*Belyaeva G.V., Nikitina A.P.* Sphinctozoa of the Far East // Doklady Earth Sciences. 1984. V. 276. № 3. P. 711–713 (in Russian)].

Беляева Г.В., Тащи С.М. Органогенные постройки верхней перми Приморья // Тихоокеанская геология. 1996. Т. 15. № 3. С. 50–67 [*Belyaeva G.V., Tashchi S.M.* Late Permian organogenic constructions in Primorye // Russian Journal of Pacific Geology. 1996. V. 15. № 3. P. 50–67 (in Russian)].

Бойко Э.В., Беляева Г.В., Журавлева И.Т. Сфинктозоа фанерозоя территории СССР. М.: Наука, 1991. 222 с. [*Boiko E.V., Belyaeva G.V., Zhuravleva I.T.* Phanerozoic Sphinctozoa of the USSR. M.: Science, 1991. 222 p. (in Russian)].

Бондаренко Л.Г., Михайлова И.А. Практическое руководство по палеонтологии в сравнительных таблицах. Владивосток: Дальнаука, 2013. 123 с. [*Bondarenko L.G., Mikhailova I.A.* Practical guide to paleontology in comparative tables. Vladivostok: Dalnauka, 2013. 123 p. (in Russian)].

Котляр Г.В., Вукс Г.П., Кропачева Г.С., Кушнар Л.В. Находкинский риф и место лудянского горизонта Южного Приморья в ярусной шкале пермских отложений Тетической области // Проблемы биостратиграфии перми и триаса Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 54–63 [*Kotlyar G.V., Vuks G.P., Kropacheva G.S., Kushnar L.V.* Nakhodka reef-rock massif and the position of Ludianza horizon within the stage scale of the Permian in the Tethys // Problems of the Permian and Triassic biostratigraphy of the East USSR. Vladivostok: FESC AS USSR, 1987. P. 54–63 (in Russian)].

Котляр Г.В. Пермские отложения Южного Приморья — ключ к прослеживанию ярусных подразделений международной и общей стратиграфических шкал // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34. № 4. С. 19–38 [*Kotlyar G.V.* Permian sections of southern Priory: A link in correlation of stage units in the standard and general stratigraphic scales // Russian Journal of Pacific Geology. 2015. V. 9. Iss. 4. P. 254–273. <https://doi.org/10.1134/S1819714015040041>].

Малышева Е.Н. Новые местонахождения позднепермских сфинктозоа в Южном Приморье // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. 2016. № 2. Вып. № 30. С. 96–101 [*Malysheva E.N.* New locations of Late Permian sphinctozoa in South Primorye // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2016. № 2 (30). P. 96–101 (in Russian)].

Малышева Е.Н. Удивительные организмы сфинктозоа из верхнепермских органогенных массивов юга Приморского края // Вестник ДВО РАН. 2017. № 4.

Fig. 8. Photographs of thin sections with sphinctozoa: *a* — *Celyphia* sp. longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; *b* — *Parauvanella minima* Senowbari-Daryan, 1990, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; *c* — *Parauvanella paronai* Senowbari-Daryan, 1988, longitudinal section, the Lengwu Reef, South China; *d* — *Amblysiphonella* aff. *specialis* Rigby and Fan Jiasong 1989, longitudinal section, Lengwu reef, Southern China; *e* — *Amblysiphonella chinense* Hayasaka, 1918, cross-section, the Lengwu Reef, Southern China; *f* — *Amblysiphonella merlay* Parona, 1983, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; *g* — *Rhabdactinia* cf. *columnaria* Yabe et Sugiyama, 1934, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; *h* — *Cystothalamia nodulifera* Girty, 1908, longitudinal section, the Lengwu Reef, Southern China; *i* — *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan and Zhang 1985, cross-section, the Lengwu Reef, Southern China.

- C. 135–140 [*Malysheva E.N.* Amazing organisms of Sphinctozoa of the Upper Permian organogenic massifs of the South of Primorsky Krai // *Vestnik DVO RAN.* 2017. V. 4. P. 135–140 (in Russian)].
- Belyaeva G.V.* Sphinctozoans of Primorye // Thesis of reports. International field conference on Permian-Triassic biostratigraphy and tectonics in Vladivostok «Late Paleozoic and Early Mesozoic Circum-Pacific Bio Geological Events». Vladivostok, September 6–12. 1992. P. 145–150.
- Fan J., Zhang W.* Sphinctozoan from late Permian reefs of Lichuan, West Hubei, China // *Facies.* 1985. Bd. 13. P. 1–44.
- Li Q., Li Y., Kiessling W.* The first sphinctozoan-bearing reef from an Ordovician back-arc basin // *Facies.* 2015. V. 61. № 17. P. 1–9.
- Liu L., Wu Y.S., Jiang H.X., Liu H.* Growth characteristics and sedimentary mode of Permian reefs, Lengwu, Tonglu, Zhejiang Province, southern China // *Journal of Palaeogeography.* 2016. V. 5. № 4. P. 409–422.
- Rigby J.K., Jiasong F., Wei Z.* Sphinctozoan sponges from the Permian reefs of South China // *Journal paleontology.* 1989. V. 63. № 4. P. 404–439.
- Senowbari-Daryan B., Garcia-Bellido D.C.* Fossil «Sphinctozoa»: Chambered Sponges (Polythyletic) // *Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges.* Edited by John N.A. Hooper and Rob W.M. Van Soest. 2002. P. 1510–1534.
- Shen J.W., Kawamura Toshio.* Gaudalupian algae-sponge reefs in siliciclastic environments — The reefs at Lengwu (South China) compared with the reef at Iwaizaki (Japan) // *Facies.* 2001. Bd. 45. P. 137–156.
- Wang W.Y.* Principal features of Permian reef in Lengwu Area, Zhejiang Province // *Experimental Petroleum Geology.* 1987. V. 9. № 4. P. 299–304.
- Vacelet J.* Recent «Sphinctozoa», Order Verticillitida, Family Verticillitidae Steinmann, 1982 // *Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges,* Edited by John N.A. Hooper and Rob W.M. Van Soest. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York. 2002. P. 1097–1098.
- Wu Y.S.* Development mode of Permian reef, Lengwu, Tonglu // *Marine and Petroleum Geology.* 1998. V. 3. № 2. P. 11–15.
- Xun L.* The sedimentary microfacies and geochemistry characteristics of Tonglu sponge reef-mound Zhejiang Province. The abstract to his dissertation. South China. 1992. 28 p.
- Yang W.R., Jiang N.Y.* On the depositional characters and microfacies of Changxing // *Bulletin of Nanjing Institute of Geology and Paleontology, Academia sinica.* 1981. № 2. P. 113–137.

SPHINCTOZOAN FROM THE NAKHODKA REEF (SOUTH PRIMORYE, RUSSIA) AND THE LENGWU REEF (ZHEJIANG PROVINCE, SOUTHEAST CHINA)

E.N. Malysheva

*Federal State Budget Institution of Science Far East Geological Institute,
690022, Vladivostok, Russia*

The author has studied sphinctozoans from the Nakhodka Reef (Southern Primorye) and the Lengwu Reef (Southeast China) and revealed within the Nakhodka Reef new taxa for this location *Intrasporeocoelia hubiensis* Fan and Zhang, 1985 и *Celypia cf. bacula* Belyaeva, 2000. Besides, the author has revised the composition of these organisms and included them into the taxonomic list. The location of the sphinctozoa in the Nakhodka Reef showed that they are the main frame-building organisms together with algae and crinoids. The Lengwu Reef was formed in three stages, each ended with the development of the reef. A comparative analysis between fossil sponges from the Nakhodka Reef and the Lengwu Reef has revealed a taxonomic affinity of the faunas, which allowed concluding that there is similarity between these sediments in age and depositional environment. The analysis of the layer-by-layer changes in a systematic and quantitative composition of sphinctozoan was conducted, stratigraphic referencing of taxa in the section was implemented.

Keywords: Sphinctozoan, South Primorye, Late Permian, reefs, Southeast China.