ОКЕАНОЛОГИЯ, 2023, том 63, № 3, с. 418–425

БИОЛОГИЯ МОРЯ

УДК 593.66

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБОКОВОДНЫХ СКЛЕРАКТИНИЙ В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ

© 2023 г. Н. Б. Келлер[1, *], Н. С. Оськина[1, **], Д. М. Ольшанецкий[2, ***], Ю. А. Зарайская[2, ****]

[1]Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

[2]Геологический Институт РАН, Москва, Россия

*e-mail: keller@ocean.ru

**e-mail: nsoskina@mail.ru

***e-mail: mitia@list.ru

****e-mail: zarajka85@gmail.com

Поступила в редакцию 11.02.2022 г.
После доработки 31.10.2022 г.
Принята к публикации 16.12.2022 г.

Проанализированы особенности распределения глубоководных поселений склерактиниевых кораллов Индийского океана относительно расположения петель глобального океанского конвейера. Установлена асимметрия в площадном распределении склерактиний на глубине до 3 км в западной и в восточной частях океана, что, вероятно связано с особенностями циркуляции воды – как в современности, так и в неогене. Фауна склерактиниевых кораллов Индийского океана на глубине 1–2 км значительно беднее тихоокеанской (18 против 109 известных видов).

Ключевые слова: глубоководные склерактиниевые кораллы, Индийский и Тихий океаны, циркуляция воды

DOI: 10.31857/S0030157423030061, **EDN:** QEAVQG

ВВЕДЕНИЕ

Цель предлагаемой статьи – выяснение особенностей распределения глубоководных поселений склерактиниевых кораллов Индийского океана относительно расположения петель глобального океанского конвейера – то есть, их возможная связь с фактором, ранее не принимавшемся во внимание: с циркуляцией вод в океане. Для решения этой проблемы нами были собраны все известные к настоящему времени данные по находкам склерактиний, обитающих на глубинах более 1000 м в Индийском океане. Эти кораллы не столь многочисленны и в видовом, и в количественном отношении, чем склерактинии Тихого океана [4]. Тем не менее, количества станций со склерактиниями оказалось достаточным для того, чтобы, положив их на карту, выявить основные закономерности распространения этих животных в Индийском океане и, по возможности, сравнить их с таковыми, населяющими Тихий океан.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наша работа основана главным образом на материале, собранном в экспедициях Института океанологии РАН и обработанном Н.Б. Келлер [1–4, 8], а также на по станционных списках видов, приведенные в зарубежных статьях и монографиях [5–12]. Таксономическое положение видов определялось согласно ревизованной Зибровиусом и Кернсом систематике склерактиний [8, 12–14].

Все наши и литературные свидетельства о местонахождениях глубоководных кораллов, обитающих ниже 1000 м. были разбиты нами по интервалам глубин 1000–2000, 2000–3000, 3000–4000 и 4000–5000 м. Для этих интервалов были построены карты станций, на которых были подняты коралловые полипы (рис. 1–5). Нами учитывались только присутствие видов без указания числа экземпляров, поскольку не во всех работах имеются количественные данные, что может привести к неправильной интерпретации. Всего были найдены сведения о 91 станциях (табл. 1). На картах приведено положение находок кораллов на фоне петель глобальной циркуляции (глобальный океанский конвейер), чтобы уточнить степень ее влияния на распределение этих организмов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оказалось, что наибольшее число станций приходится на глубины 1000–2000 м (37 станций)

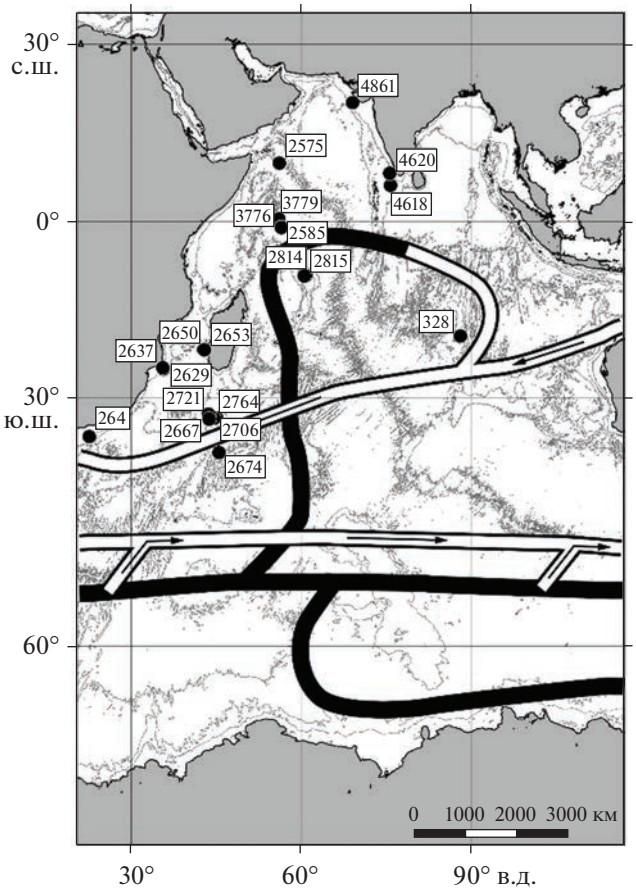

Рис. 1. Карта станций со склерактиниями, обитающими в Индийском океане на глубине 1000–2000 м, поднятыми судами Института океанологии.

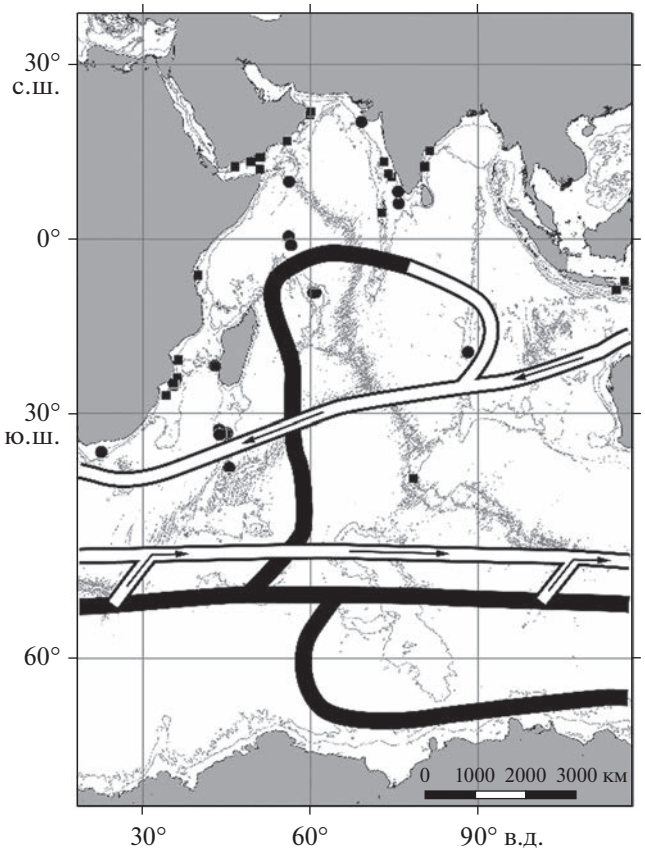

Рис. 2. Карта распространения склерактиий, обитающих в Индийском океане на глубине 1000–2000 м по нашим (кружок) и литературным (квадрат) данным. Нанесена схема глубоководного океанического конвейера [11]. Темная – глубинная компонента циркуляции, светлая – поверхностная компонента. Стрелками указаны направления переноса вод.

(рис. 1, 2, табл. 2, 3). В нижних горизонтах число находок резко снижается. На глубинах от 2000 до 3000 м склерактинии были обнаружены всего на 4 станциях, локализованных вблизи Аравийского полуострова (рис. 3, табл. 4). Еще меньше находок (всего 3 станции) отмечено для глубин 3000–4000 м (рис. 4, табл. 5). На горизонте 4000–5000 м и более снова появляется несколько больше (6 с известными координатами) станций с кораллами, принадлежащими всего двум видам-космополитам: *Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan, 1906) и *Leptopenus discus* Moseley, 1881 (рис. 5, таблица 5), а судя по литературным данным,где не приведены координаты станций, их количество достигает 12.

На карте, иллюстрирующей находки склерактиний, обитающих в интервале глубин 1000–2000 м видно, что максимальное количество станций приурочено к западному сектору Индийского океана. Все они расположены вблизи окраин материков Азии и Африки. В центральной части океана и в его восточном секторе станции со склерактиниями единичны (рис. 1, 2).

Таблица 1. Число видов и родов склерактиниевых кораллов по интервалам глубин

Глубина в м	Число станций		Число видов		Число родов	
1000–2000	28	*26*	13	*15*	7	*15*
2000–3000	4	*9*	4	*7*	4	5
3000–4000	3	*4*	*3*	*3*	*2*	*2*
4000–5000	6	*12*	2	*3*	2	*3*

Примечание. Первая цифра – наши данные, вторая цифра курсивом – литературные данные.

Таблица 2. Виды склерактиний, поднятых судами института океанологии с глубины 1000–2000 м

Судно	№№ станций	Глубина, м	Координаты	Название вида
“Витязь” 33 рейс	4618	1930	06°24′ с.ш. 75°47′ в.д.	*Fungiacyathus stephanus* (Alcock)
				Caryophyllia ambrosia Alcock
То же	4620	1250	08°30′ с.ш. 75°39′ в.д.	*Flabellum apertum* Moseley
То же	4861	998	20°41′ с.ш. 69°07′ в.д.	*Deltocyathus andamanicus* Alcock
“Витязь” (IV) 17 рейс	2575	1100	10°17′ с.ш. 56°09′ в.д.	*Madrepora oculata* Linnaeus
То же	2585	900	00°26′ с.ш. 56°04′ в.д.	*Madrepora oculata* Linnaeus
То же	2629	1520	25°28′ ю.ш. 35°36′ в.д.	*Caryophyllia cornuformis* Pourtales
				Stephanocyathus nobilis (Moseley)
То же	2637	1000	25°13′ ю.ш. 35°32′ в.д.	*Flabellum lowekeyesi* Squires et Ralph
То же	2650	950	22°22′ ю.ш. 42°59′ в.д.	*Caryophyllia scobinosa* Alcock
То же	2653	1510	22°17′ ю.ш. 42°50′ в.д.	*Stephanocyathus nobilis* (Moseley)
				Flabellum japonicum bythios Cairns
То же	2668	1010	33°01′ ю.ш. 44°09′ в.д.	*Caryophyllia ambrosia* Alcock
				Flabellum lowekeyesi Squires et Ralph
То же	2667	1175	32°56′ ю.ш. 45°01′ в.д.	*Caryophyllia ambrosia* Alcock
То же	2674	1610	38°01′ ю.ш. 45°27′ в.д.	*Stephanocyathus campaniformis* Pourtales
То же	2706	980	33°03′ ю.ш. 44°33′ в.д.	*Flabellum lowekeyesi* Squires et Ralph
То же	2721	1030	32°25′ ю.ш. 43°37′ в.д.	*Flabellum lowekeyesi* Squires et Ralph
То же	2764	920	33°10′ ю.ш. 43°41′ в.д.	*Flabellum lowekeyesi* Squires et Ralph
То же	2814	1700	09°38′ ю.ш. 60°50′ в.д.	*Flabellum japonicum bythios* Cairns
				Stephanocyathus nobilis (Moseley)
То же	2815	1720	09°40′ ю.ш. 60°30′ в.д.	*Flabellum japonicum bythios* Cairns
“Академик Курчатов” 36 рейс	3776	1120	01°08′ ю.ш. 56°34′ в.д.	*Madrepora oculata* Linnaeus
То же	3779	1380	01°06′ ю.ш. 56°28′ в.д.	*Desmophyllum dianthus* (Esper)
				Caryophyllia profunda Moseley
				Madrepora oculata Linnaeus
“Обь” 2 рейс	264	1400	35°44′ ю.ш. 22°33′ в.д.	*Flabellum apertum* Moseley
				Fungiacyathus fragilis Sars
“Обь” 3 рейс	328	1100	20°00′ ю.ш. 88°09′ в.д.	*Flabellum japonicum bythios* Cairns

Глубже, в интервале 2000–3000 м, все станции с кораллами узко локализованы , а в центральной и восточной частях океана они вообще отсутствуют (рис. 3).

На глубине 3000–4000 м станций еще меньше, их всего 3 и они находятся внутри петли конвейера в центральной части океана (рис. 4).

На максимальных глубинах 4000 м и более (табл. 6) станции разнесены по всей акватории Индийского океана (рис. 5).

Интересно отметить, что местонахождения кораллов, найденных в диапазоне 1000–2000 м, почти все расположены вне конвейера, есть только три станции внутри его петли (рис. 1, 2). Все станции диапазона 2000–3000м расположены вне петель конвейера (рис. 3). На глубинеах 3000–4000 м (рис. 4) станции находятся внутри петли конвейера**.** На глубинах 4000–5000 м станции расположены вне глубинной петли конвейера, и главным образом приурочены к его поверхностной части (рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Из приведенных таблиц и карт распространения видов склерактиний, обитающих в Индийском океане в интервале глубин 1000–2000 м (и менее явно в интервале 2000–3000 м) видно, что они предпочитают западные акватории восточным, то есть очевидна их приуроченность к западной части океана. Таким образом, как и в Тихом океане [4], прослеживается асимметрия в расположении видов, что связано с влиянием глобаль-

Таблица 3. Виды склерактиний по литературным данным с глубины 1000–2000 м

Глубина, м	Координаты	Виды
1460	06°29′ ю.ш. 39°49′ в.д.	*Caryophyllia ambrosia* Alcock
		Deltocyathus rotulus Alcock
1000	34°13′ с.ш. 46°24′ в.д.	*Caryophyllia mabahithi* Gardiner
1789	04°05′ с.ш. 41°10′ в.д.	*Stephanocyathus nobilis* (Moseley)
1200	06°29′ ю.ш. 39°49′ в.д.	*Deltocyathus andamanicus* Alcock
1415	17°26′ с.ш. 55°49′ в.д.	*Madrepora kauaiensis* Vaughan
		Madrepora investigatoris Alcock
2000	13°48′ с.ш. 49°16′ в.д.	*Fungiacyathus symmetricus* Pourtales
1789	04°05′ с.ш. 41°10′ в.д.	*Fungiacyathus stabilis* Gardiner
1140	24°12′ ю.ш. 36°01′ в.д.	*Fungiacyathus sibogae* (Alcock)
1600	21°18′ ю.ш. 36°18′ в.д.	*Fungiacyathus stephanus* (Alcock)
1010	33°01′ ю.ш. 44°09′ в.д.	*Caryophyllia ambrosia* Alcock
		Flabellum Lowekeyesi Squires et Ralph
1700	09°38′ ю.ш. 60°50′ в.д.	*Stephanocyathus nobilis* (Moseley)
1610	38°01′ ю.ш. 45°27′ в.д.	*Stephanocyathus campaniformis* Marenzeller
1710	25°13′ ю.ш. 35°32′ в.д.	*Labyrinthocyathus delicatus* (Marenzeller)
1380	01°06′ ю.ш. 56°28′ в.д.	*Desmophyllum dianthus* (Esper)
		Caryophylli profunda Moseley
		Madrepora oculata Linnaeus
1400	35°44′ ю.ш. 22°33′ в.д.	*Flabellum apertum* Moseley
		Fungiacyatus fragilis Sars
1100	20°00′ ю.ш. 88°09′ в.д.	*Flabellum japonicum bythios* Cairns

Таблица 4. Виды склерактиний, поднятых с глубины 2000–3000 м по нашим и литературным данным

Глубина, м	Координаты	Виды
2000	13°48′ с.ш. 49°16′ в.д.	*Caryophyllia ambrosia* Alcock
		Stephanocyathus nobilis (Moseley)
2312	12°29′ с.ш. 50°51′ в.д.	*Deltocyathus murrayi* Gardiner et Waugh
2385	12°48′ с.ш. 52°38′ в.д.	*Deltocyzthus rotulus* (Alcock)
2000	13°48′ с.ш. 49°16′ в.д.	*Fungiacyathus symmetricus* (Vaughan)

Таблица 5. Виды склерактиний, поднятых с глубины 3000–4000 м по нашим и литературным данным

Глубина, м	Координаты	Виды
3900	16°03′ ю.ш. 90°06′ в.д.	*Fungiacyathus fragilis* Sars
3285	17°32′ ю.ш. 67°25′ в.д.	*Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan)
		Leptopenus discus Moseley
3840	23°19′ ю.ш. 70°57′ в.д.	*Fungiacyathus pseudostephanus* Keller

ного океанского конвейера. К асимметрии привело закрытие в результате тектонических процессов прохода через Азию из Индийского океана в Средиземное море, после чего воды стали двигаться вдоль побережья Африки и разносить вдоль него личинок кораллов.

На больших глубинах, от 3 до 4 км, это явление не наблюдается. Ниже, в абиссали, барьер в виде подводной части глобального конвейера в абиссали по видимому не работает, так как мощное течение по всей вероятности не доходит до самого дна океана и не является препятствием в расселе-

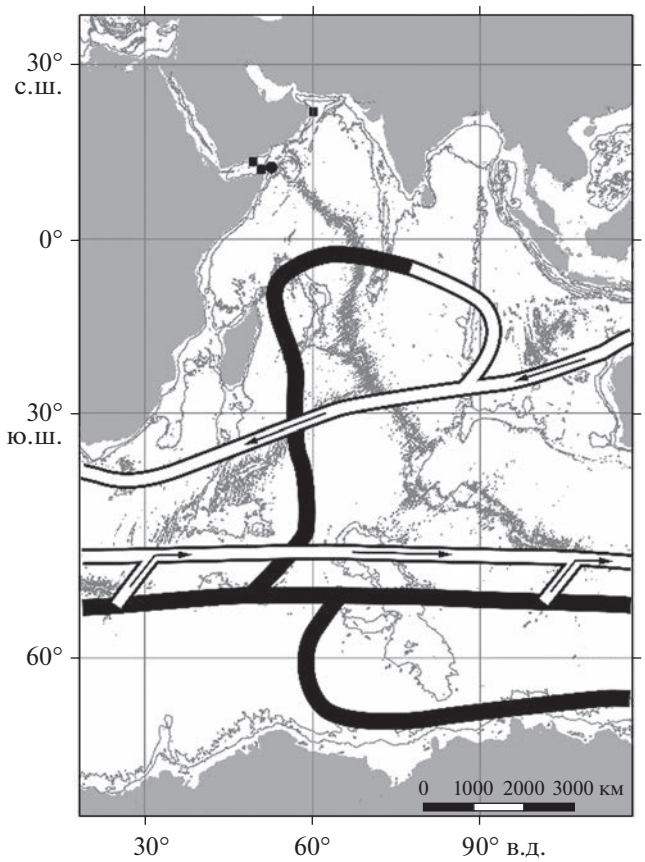

Рис. 3. Карта распространения склерактиий, обитающих в Индийском океане на глубине 2000–3000 м по нашим (кружок) и литературным (квадрат) данным. Нанесена схема глубоководного океанического конвейера [11]. Темная – глубинная компонента циркуляции, светлая – поверхностная компонента. Стрелками указаны направления переноса вод.

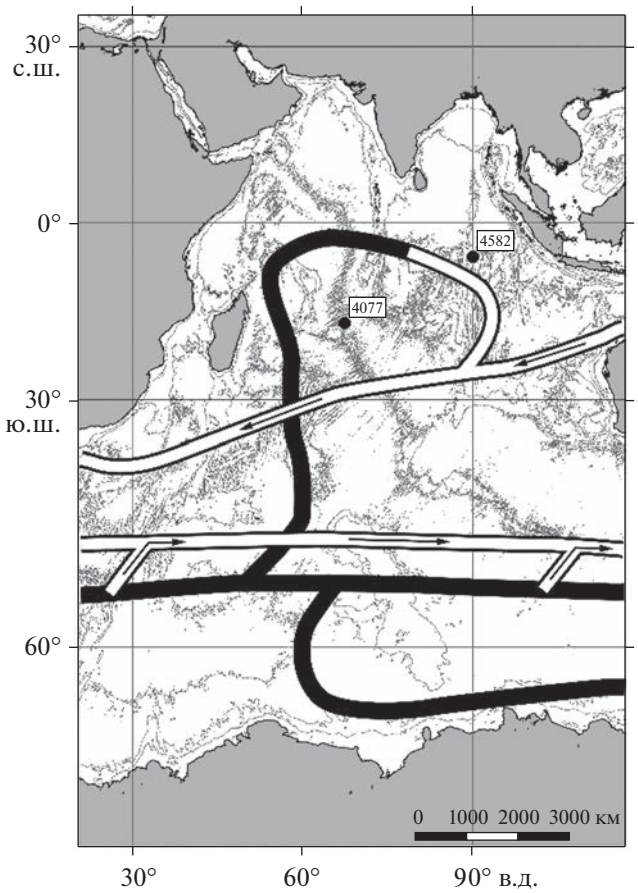

Рис. 4. Карта распространения склерактиий, обитающих в Индийском океане на глубине 3000–4000 м по нашим данным. Нанесена схема глубоководного океанического конвейера [11]. Темная – глубинная компонента циркуляции, светлая – поверхностная компонента. Стрелками указаны направления переноса вод.

нии личинок самых глубоководных видов по всей акватории океана.

После того, как мы собрали данные и проанализировали распределение глубоководных кораллов Индийского океана, было решено провести сравнение с распределением изученных нами ранее фаун кораллов Тихого океана. Авторы решили не углубляться в подробное исследование видового и родового состава этих фаун, так как это заняло бы очень много места, и ограничились самыми общими характеристиками (табл. 7, 8).

Сравнивая характер распределения глубоководной фауны склерактиниевых кораллов в двух изученных нами океанах, мы видим, что основ-

Таблица 6. Виды склерактиний, поднятых с глубины 4000–5000 м по нашим данным

Глубина, м	Координаты	Вид
4300	04°33′ ю.ш. 63°12′ в.д.	*Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan)
5120	05°20′ ю.ш. 68°34′ в.д.	*Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan)
5470	60°46′ ю.ш. 41°03′ в.д.	*Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan), *Leptopenus discus* Moseley
6145	60°52′ ю.ш. 40°58′ в.д.	*Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan)
5225	38°39′ ю.ш. 48°10′ в.д.	*Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan)
4195	24°00′ ю.ш. 80°47′ в.д.	*Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan), *Leptopenus discus* Moseley

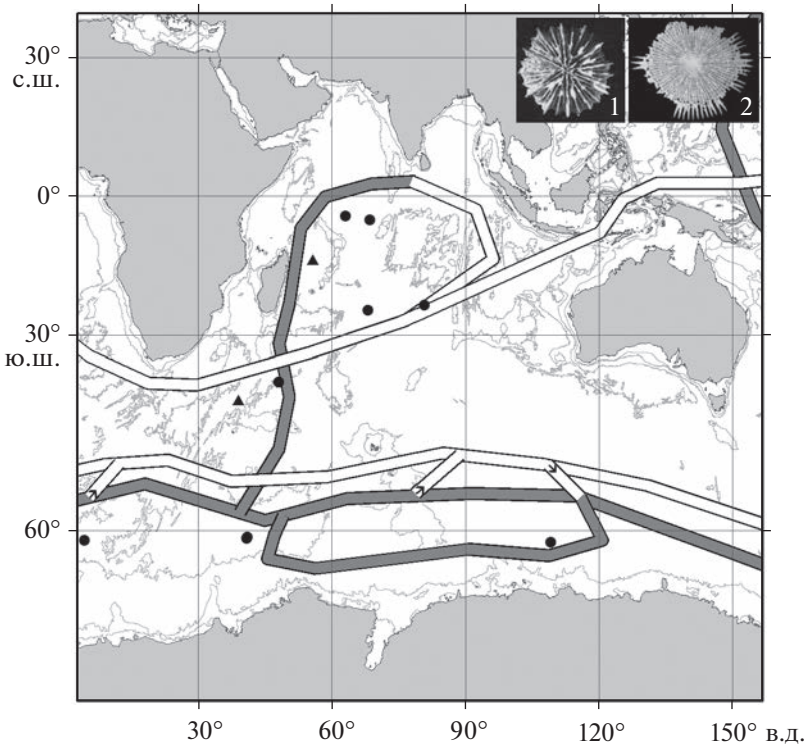

Рис. 5. Карта распространения склерактиий, обитающих в Индийском океане на глубине 4000–5000 м. Нанесена схема глубоководного океанического конвейера [11]. Темная – глубинная компонента циркуляции, светлая – поверхностная компонента. Стрелками указаны направления переноса вод. Кружок – *Fungiacyathus marenzelleri* (фото слева); треугольник – *Leptopenus discus* (фото справа).

Таблица 7. Число станций и число видов склерактиниевых кораллов на глубине 1000–2000 м в Тихом и Индийском океанах

Тихий океан		Индийский океан	
число станций	число видов	число станций	число видов
298	109	37	18

Таблица 8. Возраст родов изученных глубоководных склерактиний

№	Род	Глубина, м	Возраст
1	*Fungiacyathus*	69–6328	Эоцен–ныне
2	*Leptopenus*	682–5000	Ныне
3	*Madrepora*	15–2700	Эоцен, миоцен–ныне
4	*Caryophyllia*	0–3200	Верхняя юра–ныне
5	*Stephanocyathus*	141–2210	Палеоген: (палеоцен, эоцен, олигоцен, миоцен, плиоцен, плейстоцен)–ныне
6	*Deltocyathus*	13–5080	Палеоген (эоцен, миоцен)–ныне
7	*Flabellum*	22–2260	Верхний мел–ныне
8	*Desmophyllum*	35–2460	Средний мел–ныне

ная масса родов во обоих океанах почти одинакова [4]; и это естественно, так как создающие основу коралловой фауны роды (табл. 8) древние, многие известны с юрского и мелового периодов [13, 14]. Основные различия касаются видового состава, максимального видового и родового разнообразия. По количеству видов кораллов первое место занимает Тихий океан (табл. 7). Индийский океан уступает ему по этому показателю.

ВЫВОДЫ

1. По нашим и литературным данным были построены карты станций с находками глубоководных кораллов для интервалов глубин 1–2, 2–3, 3–4 и 4–5 км. Выяснилось, что максимум находок приурочен к интервалу 1–2 км (37станций), здесь же отмечен максимум по числу видов и родов. Ниже число станций с находками резко уменьшается. На глубине 4–5 км наблюдается новый пик увеличения числа станций, до 12, но при сокращении числа родов и видов (всего 2 рода и 2 вида).

2. Проведенное авторами сравнение коралловой фауны Индийского океана с ранее исследованной ими фауной Тихого океана показало, что по числу видов лидирует Тихий океан.

3. Кораллы предпочитают западное полушарие восточному, что свидетельствует о существовании меридиональной асимметрия в их распределении и связано с влиянием глобального океанского конвейера.

4. Связь в распределении глубоководных склерактиний с глубоководным океанским конвейером в Индийском океане только намечается из-за недостатка данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Келлер Н.Б.* Пространственное распределение видов мадрепоровых кораллов, не имеющих зооксантелл (Cnidaria, Anthozoa) // Океанология. 1998. Т. 38. № 2. С. 227–232.
2. *Келлер Н.Б.* Новые данные о беззооксантелятных склерактиниевых кораллах северной части Индийского океана // Бюлл. МОИП., сер. биол. 2008. Т. 113. Вып. 1. С. 62–66.
3. *Келлер Н.Б.* Глубоководные склерактиниевые кораллы. М.: Красанд, 2012. 384 с.
4. *Келлер Н.Б., Оськина Н.С., Савилова Т.А., Зарайская Ю.А.* Распределение склерактиниевых кораллов, населяющих глубины свыше 1000 м в Тихом океане // Океанология. 2022. Т. 62. № 6. С. 1–15.
5. *Alcock A.* On some newly-recorded corals from the Indian Seas // Journal of the Asiatic Society of Bengal. 1893. V. 62. Part II. № 2. P. 138–149.
6. *Alcock A.* An account of the deep-sea Madreporaria collected by Royal Indian marine survey ship “Investigator” Calcutta: Trustees of the Indian Museum, 1898. 29 p.
7. *Alcock A.* Report on the deep-sea Madreporaria of the Siboga Expedition // Siboga-Expeditie. 1902. V. 16a. 52 p.
8. *Cairns S.D., Keller N.B.* New taxa and distributional records of azooxantellate Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) from the tropical south-west Indian Ocean with comments on their zoo-geography and ecology // Annals of the South African Museum 1993. V. 103. Iss. 5. P. 213–292.
9. *Gardiner J.S.* The turbinolid corals of South Africa, with notes on their anatomy and variation //Mar. Invest. S. Afr. 1904. V. 3. Iss. 4. P. 97–129.
10. *Gardiner J.S., Waugh P.* The flabellid and turbinolid corals // Sci. Rep. John Murray Expedition (1933–1934). 1938. V. 5. № 7. P. 167–202.
11. *Gardiner J.S., Waugh P.* Madreporaria excluding Flabellidae and Turbinolidae // Sci. Rep. John Murray Expedition (1933–1934). 1939. V. 6. № 5. P. 225–242.
12. *Zibrowius H., Gili J.M.* Deep-water Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) from Namibia, South Africa, and Walwis Ridge, southeastern Atlantic // Sci. Marina. 1990. V. 54. № 1. P. 19–46.
13. *Vaughan T.W., Wells J.W.* Revision of the suborders, families and genera of the Scleractinia // Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 1943. V. 44. 363 p.
14. Wells J.W. Scleractinia // Treatise on invertebrate paleontology. 1956. R.C. Moore (Ed.). F. Coelenterata. Univ. Kansas Press. P. 328–444.

The Distribution of Deep-water Scleractinean Corals in the Indian Ocean and Its Similarities and Differences with that Found in the Pacific Ocean

N. B. Keller[a, #], N. S. Oskina[a, ##], D. M. Olshanetskiy[b, ###], J. A. Zarajka[b, ####]

[a] *Shirshov Institute of oceanology RAS, Moscow, Russia*

[b] *Geological Institute RAS, Moscow, Russia*

[#] *e-mail: keller@ocean.ru*

[##] *e-mail: nsoskina@mail.ru*

[###] *e-mail: mitia@list.ru*

[####] *e-mail: zarajka85@gmail.com*

The aim of this article is to clarify the particular distribution of deep-water Indian Ocean colonies of scleractinean corals with respect to the location of the belts of the global oceanic conveyer. This study is based

on the author's own and others' publications on the fauna of Indian Ocean corals, and ranks the stations where these organisms have been found by depth. It has been determined that a maximum of finds was obtained at a depth of 1–2 km, with the amount declining sharply at lower depths, and that the amount increases once more at a depth of 4–5 km. However, at the lower depths scelactinean corals are represented by just 3 species belonging to 2 genera. An asymmetry in spatial distribution Scleractinian in the depth more then 3 km was established, with a far greater number of stations in the western part of the ocean than in the east. This phenomenon is likely linked to the idiosyncracies of the circulation of both contemporary and neogen water. A comparison of the fauna of the Indian Ocean's scleractinian corals of the depths 1–2 km with those of the Pacific, which have already been studied, shows that the Pacific features the most species quantity, with 109 species, while that of the Indian Oceans is with 18 species, respectively.

Keywords: deep sea corals, water circulation, Indian ocean, Global Conveyor