

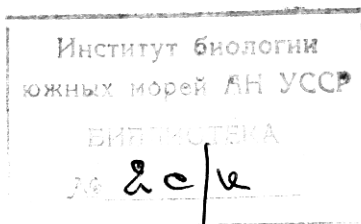
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Экология моря

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 5



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1981

ного кислорода и содержания фосфатов по глубине на многочасовых станциях (см. рис. 1). Кривая удовлетворительно аппроксимируется уравнением $y = ae^{-bx}$, при значениях $b = -0,598$, $a = 1,449$. Среднее квадратическое отклонение возрастает на порядок по мере уменьшения величин концентрации кислорода и увеличения концентрации фосфатов. Полученные значения этих статистических показателей дают возможность выявить характер изменчивости в пределах отдельных водных масс как результат взаимодействия динамики вод химических и биологических процессов.

1. Иваненков В. Н., Винтовкин В. Р., Шацков К. З. Распределение кислорода в водах северной части Индийского океана. — Тр. Ин-та океанологии, 1964, 64, с. 115—127.
2. Макиевская В. В. Некоторые гидрохимические черты северной части Индийского океана. — Океанол. исслед., 1961, № 4, с. 50—61.
3. Сабинин К. Д. Слон повышенной солености в северной части Индийского океана. — Тр. Ин-та океанологии, 1964, 64, с. 51—58.
4. Симонов А. И. Гидрохимия моря. — Тр. Океаногр. ин-та, 1965, 83, с. 36—48.
5. Тимошук В. И., Макеев Г. Н. Гидрологическая характеристика биологически деятельного поверхностного слоя экваториальных вод Индийского океана. — См. настоящий сб.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
04. 01. 80

V. I. TIMOSHCHUK, Z. P. BURLAKOVA, G. N. MAKEEV

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTIC OF BIOLOGICALLY ACTIVE SURFACE LAYER OF THE INDIAN OCEAN EQUATORIAL WATERS

Summary

The results of oxygen and phosphate determination at three multihour stations located in the equatorial belt are discussed. At all the stations in the contact (atmosphere-ocean) layer oxygen concentration was 4.54-4.78 ml/l, 100-102% of saturation, the content of phosphates varied within the of 3-5 $\mu\text{g/l}$ range. The coefficients of the relations curve for the value of oxygen and phosphates contents in the 0-500 m layer are determined.

УДК 551.464

Д. М. ВИТЮК, Р. А. ЛОБАНОВА, Л. В. МИГАЛЬ

ВЗВЕШЕННОЕ ВЕЩЕСТВО В ВОДАХ ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА (ЛЕТО 1978 г.)

Взвешенное вещество в водах северо-западной части тропической зоны Индийского океана исследовано по материалам, собранным в июне—августе 1978 г. во время 4-го рейса НИС «Профессор Водяницкий». Пробы брали на трех продолжительных станциях (полигонах), координаты и глубина места проведения которых приведены в табл. 1. На каждой станции в течение 1—1,5 сут взято по 4 серии проб воды. Серии состояли из 6—7 проб с горизонтов от 0 до 500 м. Горизонты выбирали по точкам максимумов и минимумов мутности, которые находили с помощью логарифмического фотометра-прозрачнo-мера ЛФП-2.

Воду брали хлорвиниловым батометром емкостью 30 л, из которых

Таблица 1
Координаты и глубины места станций исследования
взвешенного вещества в Индийском океане

Полигон— станция	Северная широта	Восточная долгота	Глубина места, м
I—338	1°00,0'	55°00,0'	4720
II—352	4°57,4'	78°17,1'	3600
III—356	4°23,1'	77°04,8'	3200

3—5 л пропускали через мембранные фильтры (диаметр фильтра 60 мм, размер пор 0,4 мкм). Всего проанализировано 74 фильтра. В каждом из них определяли суммарное содержание взвешенного вещества, долю минеральной и органической составляющих. Суммар-

ное взвешенное вещество находили, взвешивая фильтры с осадком после высушивания при 70°C согласно методике, описанной в работе [2]. Минеральную составляющую определяли как остаток после сжигания и прокаливания фильтра с осадком при температуре 500°C до постоянной массы. Органическую — рассчитывали по разности между содержанием суммарной взвеси и ее минеральной части. Данные о содержании суммарного взвешенного вещества (в расчете на сухую массу), а также об органической и минеральной составляющих приведены в табл. 2.

Суммарное взвешенное вещество в водах северо-западной части тропической зоны Индийского океана летом 1978 г. было распределено неравномерно. На ст. 338, в районе Сомалийской котловины над глубиной 4720 м, содержание его колебалось от 0,54 мг/л на глубине 500 м до 3,03 мг/л на поверхности, составляя в среднем из 25 определений 1,40 мг/л. При этом среднее содержание в слое 0—100 м равнялось 1,51 мг/л, а в слое 100—500 м и на глубине 500 м — соответственно 1,05 и 0,82 мг/л.

На ст. 352 и 356, расположенных над подводной возвышенностью, величины содержания суммарного взвешенного вещества колебались в пределах 0,39—3,46 и 0,57—6,89 мг/л, составляя в среднем для слоя 0—500 м 1,16 и 2,73 мг/л, для слоя 0—100 м — 1,54 и 2,94 мг/л; для слоя 100—500 м — 0,90 и 1,69 мг/л и на глубине 500 м — 0,53 и 1,69 мг/л соответственно.

Приведенные результаты несколько выше данных [1, 3, 4, 6], согласно которым в поверхностных водах северо-западной части Индийского океана содержится большей частью 0,5—1,0 мг/л, а в циркумконтинентальных шлейфах — 1,0—2,5 мг/л суммарного взвешенного вещества. Однако результаты определений суммарной взвеси в указанных работах следует считать заниженными, поскольку они получены либо методом центрифугирования, при котором улавливаются лишь достаточно тяжелые и прочные частицы, либо путем фильтрования через мембраны с порами 0,7 мкм (против 0,4 мкм в данном исследовании). Кроме того, при проведении цитированных работ не выполнялись прицельные определения взвешенного вещества на горизонтах его наибольшего скопления.

Неравномерное распределение взвешенного вещества отмечено не только в толще воды, но и во времени. Так, в течение 1—1,5 сут на поверхности содержание суммарной взвеси колебалось от 0,81 до 3,03 мг/л (ст. 338), от 0,56 до 3,46 мг/л (ст. 352) и от 2,86 до 4,46 мг/л (ст. 356). На глубине 500 м в местах проведения соответствующих станций также отмечены значительные колебания, но в более узких пределах, а именно: 0,54—1,14, 0,39—0,64 и 0,57—2,31 мг/л. Колебания в величинах содержания взвеси на поверхности, отмечаемые на протяжении короткого времени, в основном обусловлены разбавляющим действием дождей, что подтверждается соответствующими колебаниями солености. На глубинных горизонтах временные изменения в величинах содержания взвеси могут быть связаны с перемещением водных масс, а также с биологическими и гидрохимическими процессами, про-

текающими в водной толще. В колебаниях величин содержания органической части взвешенного вещества отмечались те же закономерности, что и в случае суммарной взвеси.

По данным работы [3] осень Северного полушария 1960 г., в северо-западной части Индийского океана характеризуется содержанием 0,0255—0,0278 мг/л органического углерода, в поверхностной взвеси, что соответствует приблизительно 0,05—0,06 мг/л органического вещества. По данным работы [6], содержание взвешенного органического

Таблица 2

Содержание суммарного взвешенного вещества и его составляющих в тропической зоне Индийского океана летом 1978 г.

Дата	Станция	Время	Горизонт, м	Взвешенное вещество				
				суммарное, мг/л	органическое		минеральное	
					мг/л	% к сумме	мг/л	% к сумме
20.06	338	09 ч 30 мин— 10 ч 45 мин	20	2,24	0,96	42,95	1,28	57,05
			65	2,02	1,67	82,83	0,35	17,15
			80	1,77	0,82	46,36	0,95	53,64
			90	1,90	1,46	76,36	0,44	23,64
			100	2,07	0,98	47,53	1,09	52,47
			500	1,14	0,89	77,65	0,25	22,35
20.06	338	16 ч 20 мин— 17 ч 50 мин	0	1,15	0,47	41,21	0,68	58,79
			40	0,56	0,21	36,67	0,35	63,33
			70	1,64	0,73	44,45	0,91	55,55
			85	1,99	0,59	29,47	1,40	70,53
			100	1,65	0,48	29,10	1,17	70,90
			110	1,68	1,28	75,90	0,40	24,10
20.06	338	20 ч 10 мин— 22 ч 30 мин'	500	0,54	0,32	58,40	0,22	41,60
			0	3,03	1,32	43,70	1,71	56,30
			40	2,33	0,72	30,70	1,61	69,30
			60	1,66	0,41	24,58	1,25	75,52
			70	0,85	0,25	29,68	0,60	70,32
			80	0,71	0,26	36,00	0,45	64,00
20.06	338	01 ч 15 мин— 03 ч 10 мин	100	0,78	0,36	46,15	0,42	53,85
			0	0,81	0,19	22,90	0,62	77,10
			80	0,63	0,21	33,70	0,42	66,30
			100	0,81	0,27	33,78	0,54	66,22
			110	1,13	0,25	21,70	0,88	78,30
			120	1,04	0,27	25,62	0,77	74,38
13.07	352	23 ч 00 мин	500	0,79	0,33	42,29	0,46	57,71
			0	0,74	0,11	14,19	0,63	85,81
			50	1,62	0,49	30,41	1,13	69,59
			105	0,67	0,34	50,71	0,33	49,29
			140	0,49	0,12	25,50	0,37	74,50
			160	0,98	0,14	14,41	0,84	85,59
14.07	352	06 ч 00 мин	310	1,13	0,22	19,60	0,91	80,40
			500	0,64	0,13	20,67	0,51	79,33
			0	3,46	1,15	33,30	2,31	66,70
			60	2,44	0,79	32,21	1,65	67,79
			110	0,52	0,09	17,83	0,43	82,17
			140	2,40	0,45	18,93	1,95	81,07
14.07	352	12 ч 30 мин	160	1,30	0,29	22,00	1,01	78,00
			500	0,57	0,10	18,27	0,47	81,73
			0	3,16	0,89	28,31	2,27	71,69
			50	0,62	0,22	36,00	0,40	64,00
			110	0,54	0,40	74,29	0,14	25,71
			150	2,16	1,74	80,60	0,42	19,40
14.07	352	19 ч 00 мин	170	0,56	0,19	34,79	0,37	65,21
			500	0,39	0,11	29,45	0,28	70,55
			0	0,56	0,10	18,50	0,46	81,50
			50	1,57	0,51	32,73	1,06	67,27

Дата	Станция	Время	Горизонт, м	Взвешенное вещество				
				суммарное мг/л	органическое		минеральное	
					мг/л	% к сумме	мг/л	% к сумме
26.08	356	17 ч 30 мин	65	0,59	0,23	39,10	0,36	60,90
			100	0,59	0,33	56,16	0,26	43,84
			115	0,54	0,38	29,60	0,16	70,40
			200	0,67	0,10	14,65	0,57	85,35
			0	3,38	0,67	19,91	2,71	80,09
			15	1,97	0,49	24,67	1,48	75,33
			45	4,56	1,47	32,20	3,09	67,80
			65	1,69	0,53	31,37	1,16	68,63
26.08	356	23 ч 00 мин	72	2,85	0,86	30,12	1,99	69,88
			500	0,57	0,16	28,47	0,41	71,53
			0	4,16	1,29	30,94	2,87	69,06
			22	6,89	3,31	48,11	3,58	48,11
			55	2,30	0,70	30,61	1,60	69,39
			65	3,08	0,70	22,80	2,38	77,20
			100	2,10	0,65	30,82	1,45	69,18
			500	2,31	0,67	28,91	1,64	71,09
27.08	356	06 ч 00 мин	0	2,94	0,65	21,98	2,29	78,02
			20	6,00	1,98	33,04	4,02	66,96
			50	2,21	0,94	42,61	1,27	57,39
			60	2,01	0,58	28,91	1,43	71,09
			100	2,09	0,54	25,68	1,55	74,32
			500	2,05	0,11	5,24	1,94	94,76
27.08	356	12 ч 00 мин	0	2,87	0,87	30,34	2,00	69,66
			30	1,91	1,52	79,74	0,39	20,26
			65	1,99	0,60	30,13	1,39	69,87
			70	1,91	1,16	60,38	0,76	39,62
			100	1,90	1,07	56,11	0,83	43,89
			500	1,84	0,47	25,53	1,37	74,47

углерода в этом же районе (зима Северного полушария) на глубине 15 м колебалось от 0,0568 до 0,1295 мг/л, что приблизительно равно 0,12—0,26 мг/л органического вещества.

Как уже отмечалось, данные обоих авторов занижены, Е. И. Гордеев [3] выделял взвешенное вещество путем центрифугирования, при котором подавляющая часть мелких детритных частиц, клеток с удельным весом, близким к плотности морской воды, и непрочных образований не извлекается из морской воды. М. М. Муллин [7] также извлекал не всю взвесь, поскольку автор пользовался крупнопористыми (2 мкм) фильтрами и определял органическое вещество методом мокрого сжигания в бихромате, при котором органические соединения морской воды окисляются не полностью.

Неравномерность в распределении суммарного взвешенного вещества и его органической части дополняется неравномерностью в распределении соотношения между минеральной и органической составляющими. Как следует из данных табл. 3, доля минеральных соединений в составе взвешенного вещества на котловинной ст. 338 по всем глубинам была значительно ниже, чем на тех же глубинах ст. 352 и 356.

Ст. 352 и 356 выполнены в зоне поступлений терригенного материала, который водным и эоловым путем выносятся из обширного кораллового архипелага Мальдивских островов. Однако ст. 356 проведена над более высокой частью Мальдивского хребта (см. табл. 1). Поэтому восходящие токи воды, возбуждаемые подводной возвышенностью, должны быть здесь более интенсивными [5]. А это, в свою очередь, обуславливает более длительное пребывание суспендирован-

Таблица 3

**Доля минеральных соединений (%) в составе
взвешенного вещества Индийского океана на различных глубинах**

Станция	0—100 м		100—500 м		500 м	
	Пределы	Сред- нее	Пределы	Сред- нее	Пределы	Сред- нее
338	17,15—77,10	59,05	22,35—78,30	49,74	22,35—57,71	40,55
352	43,84—85,81	67,91	19,40—85,59	68,58	70,55—81,73	77,20
356	20,26—80,09	64,29	71,09—94,76	77,96	71,09—94,76	77,96

ных частиц в толще воды, что ведет к увеличению концентрации взвешенного вещества по всем горизонтам и повышению доли минеральных соединений в составе взвеси, поскольку деструкция ее органической составляющей происходит быстрее, чем минеральной.

Что касается ст. 338, то в месте ее проведения, как это свойственно океаническим котловинам, в которых восходящие токи воды минимальны, высокие концентрации взвешенного вещества характерны лишь для верхнего деятельного слоя. Время пребывания частиц во взвешенном состоянии в этом районе невелико, что нашло свое отражение в сравнительно невысоких долях минеральных соединений в составе взвеси (49,74% в слое 100—500 м и 40,55% на глубине 500 м).

В соответствии с классификацией М. В. Кленовой и Н. М. Вихренко [5] распределение взвешенного вещества по вертикали на ст. 356 можно квалифицировать как распределение хребтового типа, на ст. 352 — склонового, а на ст. 338 — котловинного типа.

Выводы. 1. Содержание суммарного взвешенного вещества в верхнем 500-метровом слое вод северо-западной части тропической зоны Индийского океана летом 1978 г. колебалось от 0,39 до 6,89 мг/л.

2. Диапазон величин содержания суммарной взвеси на протяжении 1—1,5 сут составлял 0,56—4,46 мг/л на поверхности и 0,39—2,31 мг/л на глубине 500 м.

3. Доля органических соединений в суммарной взвеси составляла в среднем для слоя 0—100 м 59,05% над Сомалийской котловиной и 67,91 и 64,29% над Мальдивским хребтом; на горизонте 500 м: 40,55% над Сомалийской котловиной, 77,20 и 77,96% над Мальдивским хребтом.

4. Распределение взвешенного вещества по вертикали в западной части исследованного района квалифицируется как распределение котловинного типа, в восточной — хребтового и склонового.

1. Богданов Ю. А., Козлова О. Г., Мухина В. В. Распределение и состав водной взвеси в северной и центральной частях Индийского океана. — Океанология, 1970, 10, № 1, с. 86—97.
2. Витюк Д. М. Взвешенное вещество и его компоненты в Черном море. — Гидробиол. журн., 1975, 11, № 1, с. 12—18.
3. Гордеев Е. И. Химический состав взвеси из поверхностных вод северной и центральной частей Индийского океана. — Океанол. исслед., 1968, № 18, с. 175—182.
4. Гордеев Е. И. Количественное распределение взвеси в толще вод северной и центральной частей Индийского океана. — Океанология, 1970, 10, № 1, с. 76—85.
5. Кленова М. В., Вихренко Н. М. Гидрологические и гидрохимические исследования. — Киев: Наук. думка, 1965, с. 113—128.
6. Лисицын А. П. Осадкообразование в океанах. — М.: Наука, 1974. — 438 с.
7. Mullin M. M. Size fractionation of particulate organic carbon in the surface waters of the Western Indian Ocean. — Limnol. and Oceanogr., 1965, 10, N 3, p. 459—462.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
22. 11. 79

**SUSPENDED SUBSTANCE IN WATERS
OF THE INDIAN OCEAN TROPICAL ZONE
IN SUMMER 1978**

Summary

The relation of the suspended substance distribution to the bottom relief is established. This permits the distribution to be qualified as that of the ridge slope and basin type.

It is established that the content of total suspended substance in the north-western part of the Indian Ocean in the 100-500 m layer varied from 0.39 to 6.89 mg/l. The part of organic compounds of the total suspension for the layer 0-100 m was at an average 59.05% over the Somali basin and 67.91 and 64.29% over the Maldiv ridge.

УДК 577.4

Б. В. КОЛОДНИЦКИЙ

**ВЛИЯНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИИ ДНА
НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕСТОНА
НАД БАНКОЙ САЯ-ДЕ-МАЛЬЯ
(ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН)**

В настоящее время вопрос о влиянии рельефа возвышенностей в открытой части океана (банок) на биологическую продуктивность отдельных акваторий вызывает определенный интерес. Ранее этому разделу гидробиологии уделялось крайне мало внимания, и литературные данные практически отсутствуют. Имеющиеся сведения относятся к возвышенностям, которые не удалены от континентов и зачастую являются продолжением материковой отмели [9] либо незначительной возвышенностью в районе материковой отмели [8]. Такие формы рельефа дна традиционно называются океаническими банками, хотя, строго говоря, океанической банкой или поднятием (rise) считается широкая возвышенность над большими океаническими глубинами с более пологими формами рельефа, чем у подводных хребтов [7]. К таким поднятиям можно отнести банку Сая-де-Малья, входящую в систему Маскаренского хребта Индийского океана. Происхождение банки до сих пор достоверно не выяснено. По мнению советских ученых, она является погруженным коралловым атоллом [1, 2], а по иным сведениям — типичной океанической структурой, характерной для вулканических островов [11].

Банка Сая-де-Малья состоит из двух частей: северной, размером 80×25 миль, с сильно пересеченным рельефом, и южной, основной, размером 150×120 миль, имеющей более сглаженный рельеф. В настоящей работе уделяется внимание этой основной части банки.

В научно-поисковом рейсе в Индийский океан в районе банки Сая-де-Малья с 26 декабря 1977 г. по 14 января 1978 г. было выполнено 26 комплексных станций с гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими наблюдениями.

Гидрологические наблюдения состояли из регистрации направления и скорости течений с использованием БПВ-2, определения температуры и солености воды на стандартных горизонтах согласно [5].

Гидрохимические наблюдения включали в себя определения в батометрических пробах воды со стандартных горизонтов, содержания фосфатов по Морфи и Райли, кремния по Динерту и Ванденбульку и нитритов методом Вуда, Армстронга и Ричардса согласно [6].