

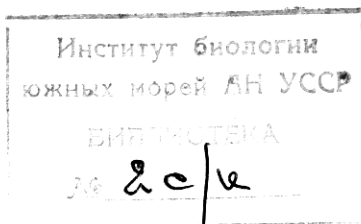
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Экология моря

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 5



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1981

верхностного слоя. Воды повышенной солености Аравийского моря опускаются в промежуточный слой.

Таким образом, приведенные наблюдения и анализ термогалинной структуры находятся в хорошей согласованности с динамикой вод и атмосферными процессами этого района.

1. Бурков В. А., Нейман В. Г. Общая циркуляция вод Индийского океана. — В кн.: Гидрология Индийского океана. М.: Наука, 1977, с. 8—91.
2. Бышев В. И., Нейман В. Г. О временной изменчивости течения Тареева. — В кн.: Гидрология Индийского океана. М.: Наука, 1977, с. 104—109.
3. Корт В. Г., Титов В. Б. О меандрировании экваториальных течений Индийского океана. — В кн.: Гидрология Индийского океана. М.: Наука, 1977, с. 104—109.
4. Морской атлас. — [Б. М.]. Мор. ген. штаб, 1952, 1953. — Т. 1—2.

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

Поступила в редколлегию
04. 01. 80

V. I. TIMOSHCHUK, G. N. MAKEEV

HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SURFACE LAYER OF THE INDIAN OCEAN EQUATORIAL WATERS

Summary

The paper deals with the vertical characteristic of water and water masses structures (up to 500 m) at three multihour stations located in the equatorial bent. Temperature variation in all the surface layer profiles does not exceed 1.5°, below the jump layer it is within the limits of measurement accuracy (0.05-0.01°). Salinity varied within the 34.40-35.60‰ range. The layer of minimum salinity variation coincides with maximum vertical temperature gradients.

УДК 551.464

В. И. ТИМОЩУК, З. П. БУРЛАКОВА, Г. Н. МАКЕЕВ

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКИ ДЕЯТЕЛЬНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ ВОД ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

В данной работе изложены результаты определений кислорода и фосфатов на многочасовых станциях во время 4-го рейса НИС «Профессор Водяницкий». Гидрологическая характеристика района исследований и вертикальная термогалинная структура вод по материалам рейса изложены, а также представлены графиками вертикального распределения кислорода и фосфатов в работе [5] настоящего сборника. Считаем возможным использовать принятую классификацию водных масс экваториальной структуры по В. А. Буркову и В. Г. Нейману, характеристика которых приведена в упомянутой статье настоящего сборника.

Многочасовые ст. 338, 351, 356, на которых сделаны гидрохимические определения, находятся в экваториальной структуре вод (рис. 1, 2). По утверждению исследователей, эта структура состоит из водных масс, поступающих из Аравийского моря и Бенгальского залива, где формируются воды с самым низким содержанием кислорода благодаря специфическим гидрологическим условиям и относительно большому количеству органического вещества. Температура воды на промежуточных глубинах очень высокая — 10—20°, что ускоряет окисление органического вещества [1—3].

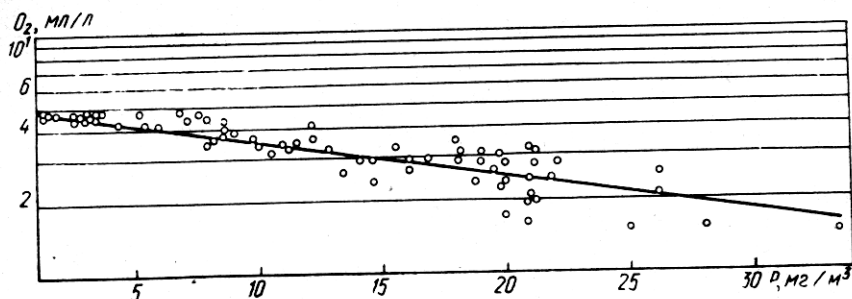


Рис. 1. Зависимость концентрации растворенного кислорода и фосфатов.

Пробы воды для гидрологических анализов отбирались на много-часовых станциях 4 раза в сутки. Время отбора проб иногда несколько сдвигалось, но за весь период работ наблюдения укладывались в следующие интервалы: утро — 05 ч 30 мин—07 ч 00 мин; полдень — 12 ч 00 мин—14 ч 00 мин; вечер — 18 ч 30 мин—22 ч 00 мин; полночь — 01 ч 00 мин—03 ч 30 мин местного времени.

Кислород. Концентрация кислорода в воде характеризуется большой изменчивостью. На модели суточного хода содержание в воде растворенного кислорода определяется многими составляющими, главные из которых: аэрация, фотосинтез, окисление, температура окисления, суточный ход атмосферного давления. Вклад каждого из составляющих баланса трудно учитываем в условиях открытого океана [4].

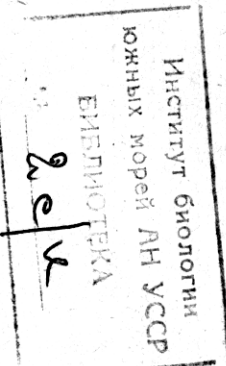
Для характеристики суточной изменчивости величин концентрации кислорода на станциях рассмотрим основные структурные детали вертикальных профилей: контактный слой, атмосфера — гидросфера, поверхностный слой — квазигомогенный, переходный слой — максимальных вертикальных градиентов, промежуточный слой, который на схеме соответствует водной массе, — главный пикноклин [5].

По нашим наблюдениям, на станциях контактный слой 0 м, хорошо аэрируемый за счет ветрового перемешивания и интенсивного фотосинтеза, содержал высокую концентрацию кислорода — 4,5—4,78 мл/л, достигавшую 100—102% насыщения и практически не изменявшуюся за весь период наблюдений.

На ст. 338 в поверхностном слое отмечено незначительное убывание кислорода с глубиной, разность между граничными значениями составляет 0,5—0,7 мл/л, средняя концентрация — 4,67—4,60 мл/л. Хорошо выражен суточный ход глубин распространения (залегания) поверхностного слоя. В утренние часы он залегает на глубине 65 м, днем нижняя граница постепенно погружается и около полуночи достигает предельной глубины 85—100 м, затем происходит более интенсивный подъем, что связано с продуцированием и потреблением кислорода.

Резко очерчен переходный слой толщиной 25—30 м, который соответствует глубине залегания термоклина. В этом слое наблюдаются максимальные градиенты, величина концентрации кислорода уменьшается от 4,00 до 2,35 мл/л.

В водной массе главного пикноклина концентрация кислорода увеличивалась сверху вниз от 2,35 мл/л (48% насыщения) на границе переходного слоя, на 100-метровом горизонте до 3,90 мл/л (61% насыщения) на горизонте 500 м. Такой инверсионный характер распределения величин кислорода обусловлен адвекцией по оси главного пикноклина.



a — полигон, *б* — схема станций на полигоне, *в* — распределение температуры и солености на разрезе полигона, *г*—*Т*-*S*-кривые многочасовых станций.

За 46-часовой период наблюдений на ст. 338 наибольшие изменения величин гидрохимических характеристик происходили на нижней границе переходного слоя, горизонт 90—110 м (соленость в пределах 0,5‰, кислород — 1,64 мл/л, фосфаты — 10 мкг/л). По всей вероятности, значительные изменения величин гидрохимических характеристик непосредственно связаны с местоположением станции в зоне интенсивной адвекции с горизонтальной и вертикальной составляющей.

На ст. 351 в поверхностном однородном слое концентрация кислорода составляла 4,62—4,21 мл/л, 100—90% насыщения. Максимальная глубина залегания нижней границы слоя (105 м) наблюдалась в первой половине дня, а минимальная глубина (50 м) отмечена в полночь.

Переходный слой от поверхностной к промежуточной водной массе размытый, не имеет четких границ и занимает по вертикали до 60 м, что в 2 раза превышает таковой на ст. 338.

В этом слое располагается кислородный минимум, характеристики которого в течение суток изменчивы. Экстремально низкие концентрации кислорода 1,95 мл/л на глубине 160 м наблюдались в полночь, утром максимум кислорода 3,32 мл/л залегал на глубине 140 м, в полдень величина концентрации несколько уменьшалась — до 2,97 мл/л на глубине 150 м, а к вечеру минимум кислорода 2,65 мл/л переместился на 115-метровый горизонт.

Ниже кислородного минимума выделяется подповерхностный максимум концентрации, в полночь 2,96 мл/л на глубине 300 м и в полдень 3,58 мл/л на глубине 170 м. По достижении наименьшей концентрации количество кислорода постепенно возрастает, по мере приближения ко дну, и на глубине 500 м составляет 2,11—3,29 мл/л.

На ст. 356 очень четко выделяется поверхностный слой с концентрациями 4,69—4,09 мл/л. Максимальная глубина залегания нижней границы поверхностного слоя в полночь составляла 55 м, с довольно низкой концентрацией кислорода 3,52 мл/л, минимальная глубина 30 м зарегистрирована в полдень. Во все сроки суточных наблюдений отмечен подповерхностный минимум кислорода в переходном слое: в полдень — 2,84 мл/л на глубине 65 м, вечером — 1,05 мл/л на глубине 72 м и в полночь — 1,70 мл/л на глубине 65 м. Второй подповерхностный максимум кислорода с концентрациями 2,05—3,51 мл/л расположен на глубинах 120—150 м. Величины концентрации кислорода в нижележащих горизонтах колебались в больших пределах и составляли 1,39—3,20 мл/л, 20—60% насыщения на глубине 500 м. Следует отметить, что на всех станциях в поверхностном слое выделялись экстремально высокие концентрации кислорода: ст. 338 — 4,75 мл/л, глубина 50 м, ст. 356 — 4,79 мл/л, глубина 27 м.

Воды Индийского океана в экваториальной полосе различаются между собой по характеру вертикального расположения кислородного максимума и минимума, а также распределения величин кислорода в нижележащих горизонтах, что связано с различиями в динамике вод [5]. Источником максимального дефицита кислорода являются нижележащие, обедненные кислородом воды в зонах подъема вод, верхняя граница которых обычно совпадает с верхней границей слоя скачка плотности и нижней границей слоя фотосинтеза. Значительные колебания величин кислорода в нижних горизонтах указывают на непостоянство биохимического потребления кислорода.

Фосфаты. В однородном поверхностном слое наблюдается низкое содержание фосфатов — 3—5 мкг/л. На рис. 3—5 в работе [5] представлено вертикальное распределение фосфатов в различные сроки наблюдений в течение суток. Наибольшие колебания величин концентраций отмечены в промежуточном слое на ст. 338 и на глубинах, соответствующих подповерхностному минимуму кислорода, ниже переходного слоя на ст. 351, 356. Определена связь концентрации растворен-

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.* Слои 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 редколлегия
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