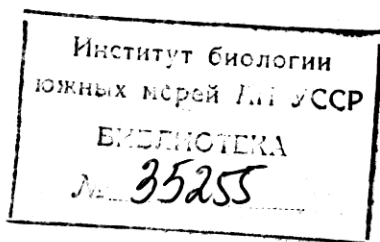


ПРОВ 2010

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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЮЖНЫХ МОРЕЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА», КИЕВ, 1974

- Karsten G. Der Indische Phytoplankton. Nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898—1899. Jena, 1907, 2, 2.
 Ostenfeld C. H., Schmidt J. Plankton from the Red Sea and Gulf of Aden.—Videnskabelige Meddelelser, Kjøbenhavn, 1902.
 Schröder B. Beiträge zur Kenntnis der Phytoplanktons warmer Meeres.—Vierteljahr naturf. Ges. Zurich., 1906.
 Sverdrup H. U. a. Johnson M. W., Fleming R. H. The Oceans, their physics, chemistry and general biology. N.-Y., 1946.
 Thompson E. F. Chemical and physical investigation. The general hydrography of the Red Sea.—John Murray. Exped. Sci., Rep. 1933—1934, 2, 3, 1939.
 Vercelli Francesco. Bilancio dello Scambio di acqua fra Mar Rosso e Oceano Indiano.

Campagna idrografica — scientifica nel Mar Rosso R. N. Ammiraglio Magnaghi, 1923—1924.—Ricerche di oceanografia fisica. Parte I. Correnti e Mareo, 1925.

DISTRIBUTION OF PHYTOPLANKTON BIOMASS IN THE RED SEA AND ADEN BAY

E. V. Belogorskaya

Summary

Indices of phytoplankton quantitative development in the Red Sea are determined to a considerable extent by delivery of the Aden Bay waters rich in biogenic elements and their distribution over the aquatorium.

A typical peculiarity was revealed in the Red Sea phytoplankton distribution during all the periods of observations: an increase in the phytoplankton quantitative characteristics from the North to the South. It was especially distinct in distribution of *Diatomeae*.

A high content of biogenic elements in the waters of Aden Bay and the southern part of the Red Sea observed almost the whole year round creates here favourable conditions for a relatively intensive development of planktonic algae and on their base — the subsequent links of the food chain.

Maximum values of the phytoplankton biomass (above 200 mg/m³) were observed in the Red Sea in summer with most intensive delivery of the Aden waters into the photosynthesis zone and a higher phosphate content in them. In winter and autumn the biomass values are considerably lower — 24.4 and 60.2 mg/m³, respectively.

О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФИТОПЛАНКТОНА И ВЗАИМОСВЯЗИ ЕГО С ПРОЗРАЧНОСТЬЮ В ТРОПИЧЕСКОЙ АТЛАНТИКЕ

Т. Ф. Нарусевич

Известно, что на процесс рассеяния в море одновременно с другими факторами влияет поглощение света окрашенными частицами, вызывающими иногда при их высокой концентрации даже изменение цвета моря (Ерлов, 1970). Имеется много работ, указывающих на существование зависимости между оптическими характеристиками воды в море и биологическими показателями. Так, Стриклендом (1968) было высказано предположение о том, что так

как детрит не имеет «устройства» для поглощения энергии, подобного пигментному аппарату водорослей, то, вероятно, на определенных участках спектра должен выделяться фитопланктон, что позволило бы устанавливать количественные соотношения между последним и оптическими характеристиками. Работой О. И. Кобленц-Мишке и М. В. Козлянинова (1966) убедительно показано, что между содержанием фитопланктона и показателем ослабления направленного света в воде существует определенная зависимость, особенно в поверхностных горизонтах. Это позволило авторам прийти к выводу о том, что по кривым можно судить об особенностях вертикального распределения фитопланктона и произвести типизацию их взаимного распределения. Однако, как указывают авторы, не всегда отмечалось совпадение между вертикальным распределением фитопланктона и показателем ослабления света, что было, в основном, обусловлено одновременностью наблюдений и малой точностью методики учета фитопланктона, усугубляемой неточностями, вносимыми при переходе от его численности к биомассе. В ряде случаев фитопланктон учитывался в сборах на мембранных фильтрах, которые были получены из опытов по определению первичной продукции, а иногда оценивался по величине фотосинтеза в пробах, экспонированных в условиях одинакового освещения (Кобленц-Мишке, Козлянинов, 1966).

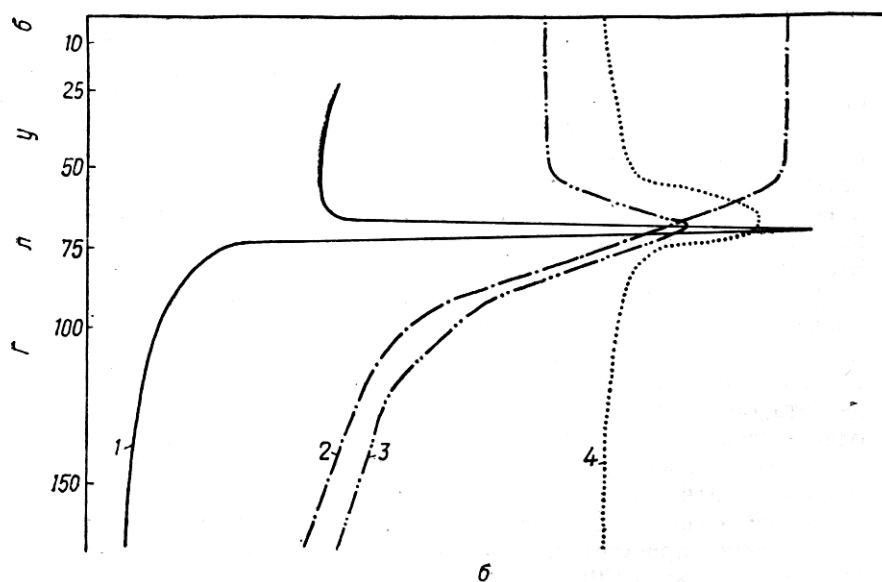
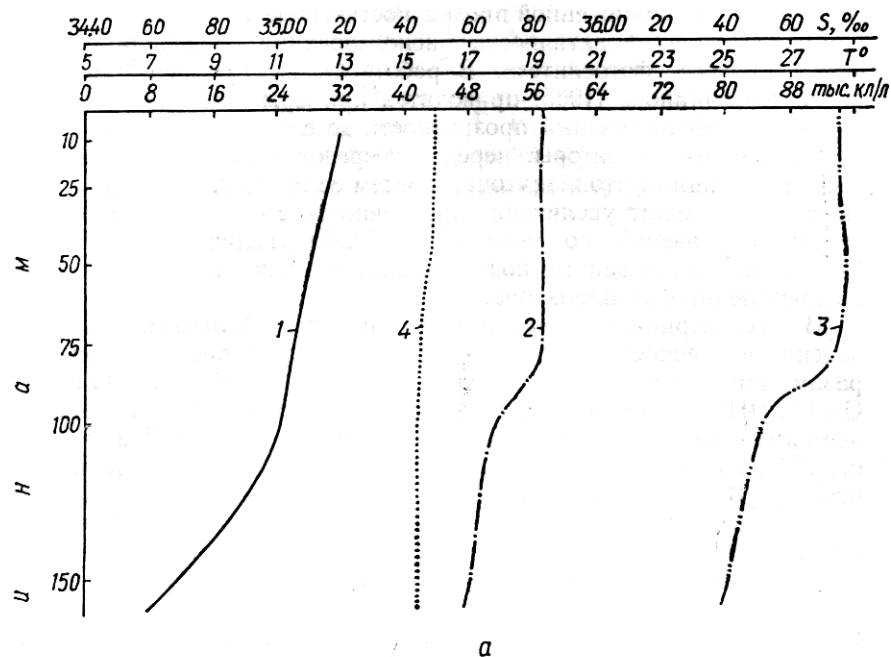
В настоящей работе делается попытка установить связь между одной из важных гидрооптических характеристик — прозрачностью воды и численностью фитопланктона, а также его систематическим составом и преобладающими размерами компонентов растительного планктона. Исследования проводились совместно с сотрудниками Морского гидрофизического института АН УССР В. А. Башариным, М. Н. Кайгородовым и Э. А. Михайловым на нис «Михаил Ломоносов» с декабря 1969 г. по февраль 1970 г. Работы выполнены на меридиональном разрезе по 25° з. д. в центральной части Атлантики и на ряде станций в областях Северного и Южного Пассатных течений. Результаты, отображающие гидрооптическую структуру исследуемого района и распределение ряда биологических показателей, приведены в работе М. Н. Кайгородова и других (1973). Для исследования вертикального распределения показателя ослабления направленного света в воде применялся логарифмический фотометр-прозрачномер (Ли, Михайлов, Неуймин, 1969). Для получения сопоставимых данных между количеством фитопланктона и прозрачностью, на кабель-тросе прозрачномера на расстоянии 1 м от него закреплялся специальный батометр на 6 м и при обнаружении слоя пониженной прозрачности производился забор воды одновременно с получением данных о прозрачности. В ряде случаев пробы фитопланктона отбирались со стандартных горизонтов, но после работы прозрачномера и с другого борта судна. Эти данные позволили получить представление о вертикальном распределении растительного планктона и «богатстве» исследованного района. Пробы фитопланктона фиксировали 4%-ным нейтраль-

зованным формалином, отстаивали в лаборатории в течение 2—3 недель, затем путем отсасывания каждую пробу доводили до объема 12—20 мл. После этого материал обрабатывали методом прямого счета. Всего обработано 98 проб.

Как показывают наши данные, на станциях, выполненных в областях Южного и Северного Пассатного течений, наблюдается равномерное распределение фитопланктона по вертикали. Подобное распределение растительного планктона при довольно невысокой максимальной его численности (32 тыс. кл/л) отмечается на ст. 1856 (рис. а), расположенной в области Северного Пассатного течения. Отсутствие ярко выраженного скачка плотности (рис., а) также свидетельствует об интенсивности перемешивания, способствующего однородному распределению водорослей в значительной толще воды. Такое же равномерное распределение фитопланктона получено нами на ст. 1861, расположенной в области Северного Пассатного течения и на ст. 1887, расположенной в области Южного Пассатного течения. Максимальная численность растительного планктона на этих станциях была невысокой и достигала 33 и 24 тыс. кл/л соответственно. Как отмечает Н. А. Сорокина (1972), для районов Северного и Южного Пассатного течений, где отмечается хорошее перемешивание вод, вертикальное распределение показателя ослабления направленного света в воде имеет однородный характер и величина его мала. Такое распределение согласуется с данными О. И. Кобленц-Мишке и М. В. Козлянинова (1966) о том, что в бедных фитопланктоном районах наблюдается равномерный ход прозрачности.

Центральная часть разреза, представляющая собой экваториальную область Атлантического океана, резко отличается от вышеупомянутых областей высокими значениями численности фитопланктона, неоднократно полученными нами в слое пониженной прозрачности. Так, на ст. 1872 наибольшая численность растительного планктона (90 тыс. кл/л) с преобладанием синезеленых водорослей с очень мелкими сферическими клетками (74%), наблюдалась в слое пониженной прозрачности на глубине 68 м (рис. б). Также максимальная численность (47 тыс. кл/л) фитопланктона наблюдалась, например, в слое пониженной прозрачности на глубине 38 м и на ст. 1878.

Как отмечает Н. А. Сорокина (1972), для центральной части разреза, являющейся районом экваториальной дивергенции, показатель ослабления направленного света в воде в 2—3 раза выше, чем в областях Северного и Южного Пассатных течений. При этом слой наименее прозрачной воды, расположенный на глубине около 50 м, как правило, совпадает с положением слоя скачка плотности. Поэтому, помимо растительного планктона, здесь большое влияние на величину показателя ослабления могло оказывать и взвешенное вещество, повышение концентрации которого часто происходит в слое скачка плотности. В то же время, благодаря исследованиям Ю. Г. Кабановой, О. И. Кобленц-Мишке и В. Н. Пелевина (1964),



Вертикальное распределение численности фитопланктона (1), температуры (2), солености (3) и величины, пропорциональной показателю ослабления направленного света в воде (4) на станциях 1856 (а) и 1872 (б).

для слоя воды с пониженной прозрачностью отмечено такое явление, как увеличение эффективности использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза. В работе О. И. Кобленц-Мишке и М. В. Козлянинова (1966) приводятся примеры относительно равномерного распределения прозрачности до слоя скачка плотности, где, как отмечают авторы, нередко сосредоточена преобладающая часть популяции фитопланктона, а затем ее понижение. Ниже слоя скачка происходит увеличение прозрачности с сохранением ее постоянных значений по мере дальнейшего увеличения глубины. Полученные нами данные подтверждают подобное представление о распределении фитопланктона.

В рассматриваемых районах тропической Атлантики распределение численности фитопланктона обуславливается главным образом синезеленой водорослью *Oscillatoria thiebautii* (G o m.) Geitl. (Пицык, Георгиева, 1971). Согласно нашим данным, встречается она на всех станциях разреза, начиная со ст. 1861 и кончая ст. 1875. Южнее 5° с. ш. этот вид по батометрическим пробам не отмечен. В вертикальном распределении осциллятории отмечается ее преобладание в гомогенной прогретой водной толще до слоя температурного скачка.

С глубиной, вследствие ухудшения условий для развития фитопланктона, численность его значительно уменьшалась, в то время как количество спор и цист повышалось. Известно, что покоящиеся споры образуются в конце вегетации вида или при резком изменении внешних условий. Споры и цисты обычно округлые или слегка овальные, желто-бурого или коричневого цвета. Имеются данные о связи желтых пигментов с процессами полового размножения организмов и особой роли облучения в этих процессах (Гудвин, 1954). По-видимому, чувствительность покоящихся стадий фитопланктона к свету и их оптические свойства представляют собой отдельный вопрос. При сопоставлении численности фитопланктона и величины, пропорциональной показателю ослабления, нами не были учтены горизонты с повышенным содержанием спор и цист. Это в основном пробы с глубины свыше 100 м.

Для выявления соотношения между количеством растительного планктона и прозрачностью воды были использованы те пробы, которые отбирались одновременно с работой прозрачномера. Важными особенностями растительных клеток, отличающих их от детрита, является наличие оболочки, сквозь которую происходит однократное или многократное отражение или преломление света, и наличие пигментного аппарата, благодаря которому происходит улавливание энергии. Для поглощающих свет частиц, каковыми являются водоросли, поглощение света в синем участке спектра обусловлено присутствием хлорофилла, а также каротиноидов (Малер, Кордес, 1970).

В таблице помещены данные по величине, пропорциональной показателю ослабления направленного света (k_e) в синем участке спектра и общей численности растительного планктона для отдель-

ных горизонтов различных станций разреза; эти данные расположены в порядке возрастания величин. Анализ размерного состава фитопланктона показал, что наибольшего количества достигали клетки размером не более 15 мк включительно. Уместно отметить, что в фитопланктоне Тихого океана Г. И. Семина (1972) указывает преобладание водорослей размером менее 20 мк. Из приведенной

Прозрачность воды и численность фитопланктона в тропической Атлантике

к. е., усл. ед.	Численность, тыс. кл/л	Содержание, % численности		Преобладающий вид
		клеток размером менее 15 мк.	диатомовых и хризифито- вых водо- рослей	
15	4	62,0	24,1	—
19	8	57,3	42,6	Мелкие синезеленые
19	10	65,4	38,5	—
19	11	56,3	42,5	—
22	18	78,6	20,4	Мелкие синезеленые
14	20	85,6	20,1	<i>Oscillatoria thiebautii</i>
21	24	49,0	42,8	Мелкие синезеленые, <i>Nitzschia delicatissima</i>
17	25	70,5	7,6	Мелкие синезеленые
18	25	81,5	53,9	<i>Coccolithus huxleyi</i>
22	29	76,0	30,0	Мелкие жгутиковые
28	31	83,6	25,0	Кокколитофориды и мелкие жгутиковые водоросли
23	31	87,2	19,5	Мелкие синезеленые
22	33	91,4	4,7	<i>Oscillatoria thiebautii</i>
19	37	87,6	18,9	Мелкие синезеленые
26	44	93,2	5,9	» »
25	47	83,5	24,8	» »
24	61	85,8	15,8	» »
25	75	87,5	27,2	Мелкие синезеленые и мелкие жгутиковые
27	78	46,5	33,2	Мелкие синезеленые, мелкие жгутиковые, <i>Coccolithus meteor</i>
32	90	94,3	9,7	Мелкие синезеленые
31	94	93,4	51,8	Мелкие синезеленые, мелкие жгутиковые и кокколито- фориды
28	107	83,1	37,6	Тот же
27	108	76,6	16,3	» »
32	118	96,0	3,5	Мелкие синезеленые, <i>Oscillatoria thiebautii</i>

таблицы видно, что количество клеток размером менее 15 мк включительно в исследуемом районе тропической Атлантики нередко превышает 50%. При понижении содержания общего числа мелких клеток, относящихся к различным систематическим группам, отмечено повышение количества диатомовых и хризифитовых водорослей, обладающих более значительным рассеянием.

Ерлов (1970), исследуя роль некоторых морских организмов как рассеивающих агентов с различными относительными показателями

преломления, пришел к заключению, что частицы, состоящие из углекислого кальция или кремния, каковыми и являются диатомовые и хризифитовые водоросли, дают значительное рассеяние; минимальное рассеяние вызывают водоросли с оболочками, состоящими в основном из целлюлозы. Общий же фон рассеяния, создаваемого растительным планктоном, по-видимому, оставался на одном уровне. В одном случае рассеяние определялось преобладанием мелких клеток, в другом оно было обусловлено увеличением количества водорослей, обладающих более значительным преломлением.

Как известно, коэффициент ослабления света равен сумме коэффициентов поглощения и рассеяния. Для частиц, размеры которых много больше длины волны падающего излучения, он приблизительно равен $2\pi R^2$ (Шифрин, 1951). Следовательно, ослабление определяется главным образом геометрическим сечением взвешенных частиц и, по всей вероятности, должно быть пропорционально концентрации. Коэффициент линейной корреляции, вычисленный по величине показателя k_e и соответствующей ему численности фитопланктона, оказался равным $0,84 \pm 0,06$. Таким образом, между величиной, пропорциональной показателю ослабления направленного света в воде, и численностью фитопланктона, выражающей в данном случае концентрацию поглощающих частиц, существует прямолинейная зависимость.

В ряде работ О. И. Кобленц-Мишке, а также в работах Ю. И. Сорокина неоднократно высказывалась мысль о недопустимости игнорирования вертикальной неоднородности фитопланктона при изучении продукционных процессов в море. Согласно многочисленным исследованиям, посвященным изучению гидрооптических, гидрологических и гидрохимических условий в центральной Атлантике, вырисовывается чрезвычайно сложная структура, особенно значительно меняющаяся в широтном направлении. Это затрудняет выявление корреляций между качественным и количественным распределением планктона и гидрологическими факторами среды (Грезе, 1971). Сделанная в этой работе попытка разобраться в деталях зависимости распределения прозрачности и фитопланктона представляет интерес с точки зрения углубления знаний о взаимодействии различных элементов экосистемы моря, понимания общих принципов ее функционирования.

ЛИТЕРАТУРА

- Грезе В. Н. Биологическая структура и продуктивность пелагиали тропической Атлантики.— В кн.: Планктон и биологическая продуктивность тропической Атлантики. «Наукова думка», К., 1971.
- Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов. ИЛ, М., 1954.
- Ерлов Н. Г. Оптическая океанография. «Мир», М., 1970.
- Кабанова Ю. Г., Кобленц-Мишке О. И. и Пелевин В. Н. Фотосинтез морского фитопланктона на разных глубинах.— Океанология, 1964, 4, 3.
- Кайгородов М. Н., Башарин В. А., Михайлов Э. А., На-

- русевич Т. Ф. Оптическая структура пассатной зоны Атлантического океана и ее связь с физико-биологическими условиями.— Морские гидрофизические исследования, 1973, 1 (60).
- Кобленц-Мишке О. И., Козлянинов М. В. Вертикальное распределение фитопланктона и прозрачности в северной части Тихого океана.— ДАН СССР, 1966, 166, 2.
- Ли М. Е., Михайлов Э. А., Неуймин Г. Г. Новый логарифмический фотометр-прозрачномер.— В кн.: Исследования междуведомственной экспедиции в Северо-западной Атлантике. Изд-во МГИ АН УССР, Севастополь, 1969.
- Малер Г., Кордес Ю. Основы биологической химии. «Мир», М., 1970.
- Пицыйк Г. К., Георгиева Л. В. Фитопланктон тропической Атлантики как основа ее биологической продуктивности.— В кн.: Планктон и биологическая продуктивность тропической Атлантики. «Наукова думка», К., 1971.
- Семина Г. И. Фитопланктон Тихого океана. Автореф. докт. дис. М., 1972.
- Сорокина Н. А. О корреляции между показателем ослабления направленного света и градиентом плотности морской воды в эвфотической зоне тропической области Атлантического океана.— Морские гидрофизические исследования, 1972, 2.
- Стрикленд Д. Звенья морской пищевой цепи.— В кн.: Будущее науки (междунар. ежегодник). «Знание», 1968, 2.
- Шифрин К. С. Рассеяние света в мутной среде. Гостехиздат, М.— Л., 1951.

ON VERTICAL DISTRIBUTION OF PHYTOPLANKTON AND ITS INTERRELATION WITH TRANSPARENCE IN THE TROPICAL ATLANTIC

T. F. Narusevich

Summary

The article deals with the relation between phytoplankton number distribution and water transparency by vertical. This relation at the same time reflects the hydrological structure of the studied region. The linear correlation coefficient calculated by the value of the k_s index and the phytoplankton number corresponding to it proved to be equal to 0.84 ± 0.06 .

НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОСАДКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РАЙОНА ЧЕРНОГО МОРЯ

О. Г. Миронов, М. И. Кучеренко, Э. П. Тархова

Среди различных групп морских микроорганизмов определенный интерес представляют углеводородоокисляющие бактерии, играющие основную роль в самоочищении морей от нефтяного загрязнения. Важное значение принадлежит им и в трансформации углеводородов автохтонного происхождения. Между тем сведения о микроорганизмах данной группы в Черном море крайне ограничены (Миронов, 1969, 1969б, 1970, 1972; Кучеренко, Миронов, 1969). Материалом для настоящей работы послужили 61 проба донных осадков и 55 проб морской воды, отобранных на 18 станциях (рис. 1