

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СОДЕРЖАНИИ ХЛОРОФИЛЛА В ПРОДУКТИВНЫХ ЗОНАХ МИРОВОГО ОКЕАНА

Н. В. Мордасова

В предлагаемой работе предпринята попытка обобщить литературные материалы и данные автора по содержанию хлорофилла «а» в продуктивных зонах Мирового океана. Известно, что количество хлорофилла «а» во взвеси морской воды зависит от биомассы фитопланктона и интенсивности фотосинтеза. Хотя эти связи еще точно не установлены и на них влияет множество факторов, все же, на наш взгляд, они способствуют выявлению особенностей размещения продуктивных зон в океане и некоторых черт биопродуктивных процессов.

Тихий океан

В Тихом океане пигменты фитопланктона и первичная продукция изучены для северной его части, берегов Японии, побережья Южной Америки, антарктического сектора. В основном это работы советских, японских и американских экспедиций.

Прибрежные районы северо-запада и севера Тихого океана. Многолетние исследования первичной продукции и биомассы фитопланктона по содержанию хлорофилла проводились в восточной части Берингова моря, в районе Алеутских островов и п-ова Аляска (Mc. Roy et al., 1972). У Алеутских островов в июне — июле концентрация хлорофилла «а» на поверхности изменялась в пределах 0,2—9,9 мкг/л (среднее 1,83 мкг/л), в заливе Аляска — в среднем 1,5 мкг/л. Алеутские проливы не очень продуктивны вследствие интенсивного перемешивания вод. Зимой наблюдались величины типичные для зимнего океана — около 0,5 мкг/л (поверхность). Невысокой продуктивности поверхностных вод зимой противопоставлена высокая биомасса микроводорослей подповерхностного льда, где концентрация хлорофилла в отдельных пробах доходила до 6—7 мкг/л.

В северо-западной части Тихого океана, на литорали Курильских островов, у юго-восточного побережья Камчатки и Командорских островов, в северо-восточной части Амурского залива, в заливе Посыета и Курильских проливах исследовались пигменты фитопланктона (Рас-сашко, 1976). В северо-восточной части Амурского залива максимальная концентрация хлорофилла «а» составляла 6,4 мкг/л. В течение года концентрация пигментов сильно изменялась, особенно значительны различия по годам. В подледный период содержание пигментов было высоким, при этом отмечена значительная биомасса фитопланктона при крайне низком фотосинтезе, т. е., по всей вероятности, большая часть пигментов представлена продуктами распада. В заливе Посыета осенью содержание хлорофилла «а» было 0,01—14,9, летом — 0,19—97,2 мкг/л. В Курильских проливах Буссоль и Фризе и в открытой части Тихого океана ярко выражена неоднородность в распределении пигментов фитопланктона, что связано со сложными гидрологическими условиями в этих зонах. Из них наиболее богаты хлорофиллом тихоокеанские воды пролива Фризе: в течение июля — августа в исследуе-

мом районе его концентрация изменялась от 0 до 1,32 мкг/л. Высокопродуктивны воды Курильских и Командорских островов и Камчатки: количество хлорофилла здесь было 0,11—4,77 мкг/л.

В районе течения Куро시오 были выполнены флуорометрические исследования содержания хлорофилла «а» и феопигментов для выяснения причин возникновения слоя их максимума в глубинных слоях (Saijo et al., 1969). Работы велись в три этапа: в июне 1967 г. — вдоль 142° в. д. от 20 до 30° с. ш.; в сентябре 1967 г. — вдоль 142° в. д. от 37 до 22° с. ш. и в мае — июне 1968 г. — вдоль 125° в. д. от 32 до 22° с. ш. и вдоль 131° в. д. от 22 до 30° с. ш. Наибольшие концентрации хлорофилла в верхней части эвфотической зоны наблюдались на прибрежных станциях, включая узкий континентальный шельф Восточно-Китайского моря — от 0,4 до 1,5 мкг/л, в то время как на мористых станциях концентрации хлорофилла составляли 0,1—0,2 мкг/л. На большинстве станций максимальные концентрации были обнаружены на глубинах от 50 до 150 м, как правило, у нижней границы эвфотической зоны или ниже ее. Содержание хлорофилла «а» в слое максимума на прибрежных станциях было 0,4—2,0 мкг/л, на мористых — 0,2—0,6 мкг/л. Максимум феопигментов обычно совпадал с максимумом хлорофилла.

По мере продвижения от более северных широт к югу слой максимума хлорофилла располагался все глубже. Как правило, это связано с изменением интенсивности падающей радиации, прозрачности воды и глубины залегания термоклина. В верхних слоях содержание хлорофилла «а» составляло 60—80% от суммарного количества хлорофилла «а» и феопигментов, в слое максимума хлорофилла оно уменьшалось до 30—50% (у основания эвфотической зоны), достигая приблизительно 10% на глубинах около 200 м.

На разрезе, выполненном в северо-западной части Тихого океана вдоль 137° в. д. от 35° с. ш. до 1° ю. ш., максимальные концентрации хлорофилла (более 2 мкг/л) наблюдались в районе экватора на глубине около 50 м (Kawarada, Sano, 1969). В северной части разреза максимум хлорофилла был у поверхности (0,4—0,6 мкг/л), по мере продвижения на юг он углублялся до 70 и даже до 130 м, что связано с гидрологическими условиями: в южной части разреза термоклин располагался в верхнем 200-метровом слое, в северной — ниже этого слоя.

В мае 1969 г. японские исследователи определяли хлорофилл и феопигменты на разрезах вдоль 155° в. д. между 48 и 20° с. ш. и вдоль 144° в. д. между 40 и 33° с. ш. (Kawarada, Sano, 1972). Южнее 31° ю. ш. вдоль 155° в. д. подповерхностный максимум хлорофилла и феопигментов был найден по всей линии хорошо развитого неглубокого термоклина на глубине 75 и 130 м. Однако подповерхностный максимум исчезал к северу от 32° с. ш., где высокие концентрации хлорофилла были ограничены верхним 50-метровым слоем. Концентрации хлорофилла более 1 мкг/л наблюдались в течении Куро시오, в переходной зоне между субтропическими и субантарктическими водами и в течении Ойя시오.

На разрезе вдоль 144° в. д., где сказывается влияние неритических вод, содержание хлорофилла выше, чем на разрезе вдоль 155° в. д.: в районе Куро시오 — более 2,5 мкг/л в верхнем 30-метровом слое, к северу от 39° с. ш. — 1,0—3,5 мкг/л в верхнем 80-метровом слое. Однако высокое его содержание в промежуточных слоях не совпадает с числом клеток диатомовых. По-видимому, подповерхностный максимум хлорофилла связан с увеличением его содержания в клетках, а не со скоплением фитопланктона вследствие их опускания.

Высокие концентрации хлорофилла (более 1 мкг/л) были зафиксированы в поверхностных слоях в Японском море, максимальные его количества — в более глубоких слоях (Ohwada, 1971).

Южноамериканский прибрежный район. Одним из наиболее продуктивных районов в Тихом океане является прибрежная зона у берегов Южной Америки, в частности у берегов Перу и Чили. Хорошо известно, что высокую продуктивность вод здесь обеспечивает интенсивный подъем глубинных вод, поступающих из приантарктических районов, богатых биогенными элементами, в эвфотическую зону. Этот подъем вызван сгоном верхних слоев прибрежной ветви Перуанского течения юго-восточными пассатами.

По результатам экспедиции ВНИРО на НПС «Профессор Месяцев» в августе — сентябре 1972 г., т. е. зимой южного полушария, содержание хлорофилла на поверхности у побережья Перу изменялось в широких пределах от 0 до 11,3 мкг/л, в среднем на 1,50 мкг/л (Мордасова, 1974). Наибольшие его количества (более 1—3 мкг/л) встречались в прибрежной зоне с максимумом не у самого берега, в зоне наиболее интенсивного подъема вод, а на некотором расстоянии от него (5—10 миль), где вертикальное движение вод ослаблено и условия более стабильные.

Сезонные изменения в тропической зоне у берегов Перу были выражены только на прибрежных станциях (глубина менее 300 м), где в октябре — декабре, т. е. весной и в начале лета, содержание хлорофилла возросло в среднем в 2—3 раза. Одновременно изменилось положение слоя его максимума: если зимой максимум был у поверхности или на глубине 10—20 м, то весной, когда условия освещенности были более благоприятными, он углубился до 20—50 м (рис. 1).

Аналогичная картина наблюдалась у северного побережья Чили (севернее 22° ю. ш.) и Эквадора, которые, как и всю прибрежную зону у Перу, можно отнести к зонам максимальной продуктивности; высокой продуктивностью характеризуются прибрежные районы Чили к югу от 22° ю. ш. (Ведерников, Стародубцев, 1971).

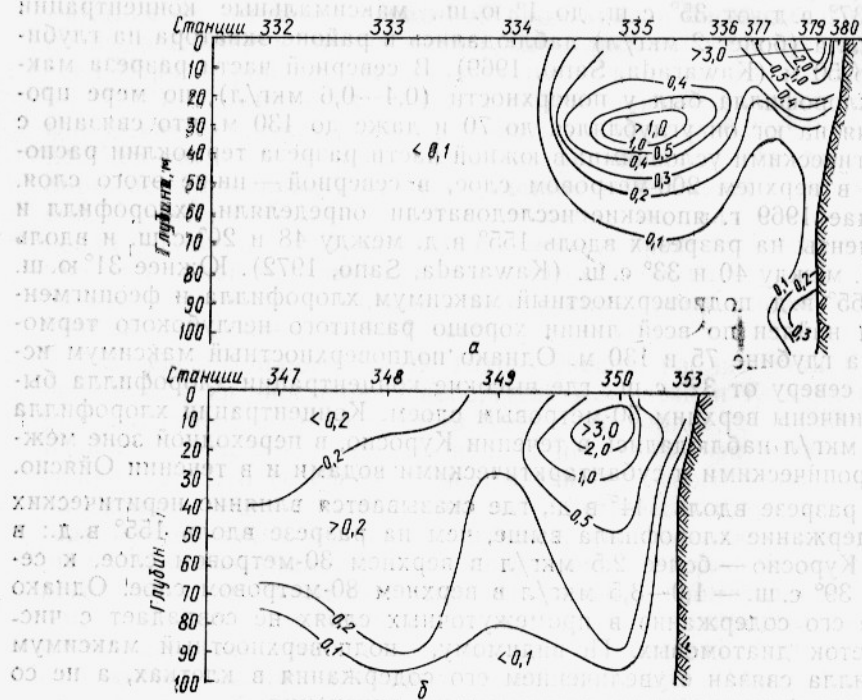


Рис. 1. Распределение хлорофилла «а» в юго-восточной части Тихого океана у берегов Перу в октябре — ноябре 1972 г. (в мкг/л) на разрезах:

а — Капо-Вланко (вдоль 4° ю. ш.); б — у Чимботе (вдоль 9° ю. ш.).

Островные зоны. В восточной части тропического района Тихого океана высокопродуктивны прибрежные зоны у островов, где сказывается «островной эффект»; концентрация хлорофилла здесь, как правило, выше 1 мкг/л (Кузьмина, 1975).

Антарктический сектор Тихого океана. Хорошо известно, что у побережья Антарктиды высокая продуктивность вод обеспечивается их подъемом, связанным с циркуляцией. Хлорофилл распределяется здесь по акватории очень неравномерно вследствие сложности гидрологических условий (El-Sayed, 1970). В океанических зонах антарктических и субантарктических вод содержание хлорофилла было менее 1 мкг/л, очень высокие его концентрации (более 10 мкг/л на поверхности) обнаружены у западного побережья Антарктического полуострова, в проливах Брансфилда и Жерлаш в период вегетации фитопланктона.

В проливе Дрейка положение антарктической конвергенции совпадает с низкими концентрациями хлорофилла, что связано с устойчивостью водных масс (El-Sayed, 1968, 1970; El-Sayed, Mandelli, 1965; El-Sayed et al, 1974).

В субантарктических и антарктических водах хлорофилл распределен по вертикали равномерно вследствие интенсивного перемешивания водных масс. Хотя на отдельных станциях максимум хлорофилла наблюдался в подповерхностном слое, концентрации хлорофилла в нем отличались от содержания пигмента на поверхности незначительно. В узких прибрежных районах, в проливах и заливах максимум хлорофилла выражен более четко, как правило, он находится близко к поверхности на глубине 5—10 м. Однако глубина эвфотической зоны в антарктических районах невелика — 10—40 м (El-Sayed, 1968).

Атлантический океан

В Атлантическом океане содержание пигментов исследовали в основном в прибрежных зонах в северной его части, у берегов Южной Америки, у Северо-Западной Африки, в антарктическом секторе американские, английские, датские, немецкие, советские ученые. ВНИРО определялось содержание хлорофилла в Юго-Западной Атлантике в районе Патагонского склона в связи с проблемой изучения биологической продуктивности этих вод.

Северо-Западная Атлантика. В северной части Атлантического океана высокопродуктивные районы находятся в районе Большой Ньюфаундлендской банки в зонах подъема глубинных вод, богатых биогенными элементами, на границе между Восточно-Гренландским течением и течением Ирмингера — содержание хлорофилла «а» на поверхности 1—2 мкг/л и более, на границе Северо-Атлантического течения — более 1 мкг/л, над подводным хребтом Рейкьянес и над шельфом у берегов Ирландии — около 1 мкг/л (Hansen, 1961; Steeman — Nielsen, Hansen, 1961).

Северо-Восточная Атлантика. В районе между Исландией и побережьем Шотландии летом 1959 г. концентрация хлорофилла «а» на поверхности изменялась от 1 до 7 мкг/л с максимумом там, где Фареро-Исландский порог вызывает подъем глубинных вод. У западных берегов Гренландии в июле 1958 г. содержание хлорофилла на поверхности было 0,29 мкг/л в океанической части с максимумом (3,1 мкг/л) у берега (Steeman — Nielsen, Hansen, 1961).

У берегов Великобритании, в районе Абердина, максимальное содержание хлорофилла (около 4 мкг/л) отмечено в декабре — ноябре 1973 г. у Оркнейских островов (Adams et al, 1974). В январе 1973 г. концентрации хлорофилла были менее 0,5 мкг/л, а в апреле — мае, т. е. с началом периода вегетации фитопланктона, увеличились до 2 мкг/л и более.

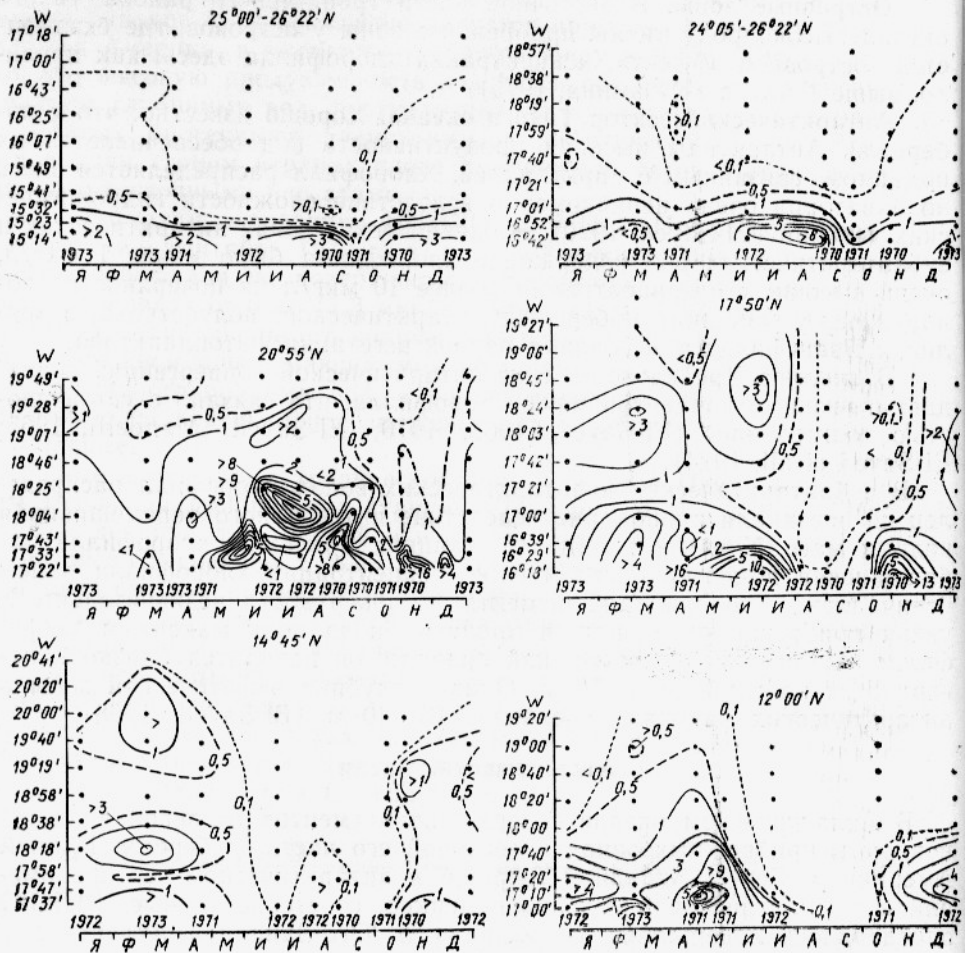


Рис. 2. Распределение хлорофилла «а» (в мкг/л) на отдельных разрезах в Атлантическом океане у Африканского побережья в разные сезоны (поверхность) (Scheimaında et all, 1975).

Центрально-Восточная и Юго-Восточная Атлантика. Одна из самых продуктивных зон в Атлантике — зона интенсивного подъема вод у побережья Северо-Западной Африки. В этом районе проводились исследования в 1970—1974 гг. на судне «Alexander von Humboldt» (ГДР) в прибрежной зоне от 9 до 30° с. ш.

Распределение здесь хлорофилла, как и распределение других океанографических характеристик, говорит о сезонном ходе апвеллинга (рис. 2) (Scheimaında et all, 1975). В феврале — марте зона апвеллинга распространяется далеко к югу, вдоль всего шельфа поднимаются воды с относительно низкими температурами и высокими концентрациями биогенных элементов. Только в северной части акватории содержание биогенов в поверхностных водах очень мало, так как поднимающиеся воды бедны ими; содержание хлорофилла здесь минимально.

В районе Кап-Блана и Нуакшота относительно высокое содержание хлорофилла, как и значительные концентрации биогенных элементов, сохраняются в течение всего года благодаря постоянно существующему апвеллингу. В южных районах наиболее интенсивен подъем вод в начале и конце года, когда и содержание хлорофилла выше по сравнению с остальной частью года. На севере района продуктивность вод не высока вследствие низкой концентрации биогенов в глубинных водах, о чем упоминалось выше.

Юго-Западная Атлантика. В Атлантическом океане биологическая продуктивность вод изучалась в юго-западной части его, в районе Пагагонского склона (41—53° ю. ш., 53—59° в. д.). В августе — сентябре 1974 г., т. е. зимой южного полушария, содержание хлорофилла как на поверхности исследуемой акватории, так и в слое было невелико — максимальная концентрация хлорофилла «а» 0,34 мкг/л (Мордасова, Андреева, 1975), что связано с интенсивным перемешиванием вод, подтверждаемым также распределением других гидрохимических и гидрологических параметров. Однако в весенне-летний период, в октябре — ноябре, фотосинтез фитопланктона был довольно интенсивным, четко выделялся слой максимума хлорофилла, совпадающий со слоем максимального пересыщения вод кислородом; содержание хлорофилла в слое максимума составляло 2—9 мкг/л (Nehring, Brosin, 1968).

Детальные исследования содержания хлорофилла в Юго-Западной Атлантике, у побережья Аргентины, характеризующегося наличием устойчивого океанического фронта у Аргентинского склона, показали, что этот район также продуктивен. В апреле — марте 1962 г. у берегов Аргентины содержание хлорофилла на поверхности было 1—2 мкг/л; найдены заметные региональные изменения между некоторыми островами южнее Огненной Земли и в северной части пролива Дрейка (от 0 до 3 мкг/л и более) (El-Sayed, 1968). В августе — октябре 1963 г. самой высокой (около 10 мкг/л) концентрация хлорофилла была на южных станциях у Огненной Земли; в районе Аргентинского шельфа — более 3 мкг/л.

В юго-западной части Атлантического океана концентрация хлорофилла на поверхности изменялась более чем в 100 раз — от 0,03 до 3,58 мкг/л (Кабанова и др., 1974). Самые малые его количества обычно были в малопродуктивных субтропических и тропических водах центральной части океана, южнее субтропической конвергенции они резко возрастали (до 0,8 мкг/л). Наиболее богаты хлорофиллом (от 0,05 до 3,21 мкг/л), т. е. самые продуктивные — антарктические водные массы.

Антарктический сектор Атлантики. Многолетние исследования содержания хлорофилла «а» в этом секторе были выполнены на судах «Capitan Canera» и «San Martin» в разные сезоны в 1962—1965 гг. (El-Sayed, 1968). Концентрация хлорофилла на поверхности менялась здесь в широких пределах: в море Уэдделла — 6,72—0,02 мкг/л (в среднем 0,61 мкг/л), у Южно-Шетландских островов — 2—3 мкг/л. Как и для Тихоокеанского сектора, для антарктических и субантарктических вод можно выделить более продуктивные прибрежные районы с максимальным содержанием хлорофилла, где наблюдается подъем вод, как, например, у восточного побережья Антарктического полуострова, вблизи островов в море Скотия и в северной части моря Уэдделла; содержание хлорофилла здесь в среднем в 5 раз выше, чем в океанических районах.

В районе, ограниченном на севере зоной субтропической конвергенции (около 40° ю. ш.), а на юге — морем Уэдделла, наибольшее содержание хлорофилла наблюдалось между 40—45° ю. ш. и 60—65° ю. ш. (1,05 и 1,67 мкг/л соответственно) (El-Sayed, 1970). Если считать, что антарктическая конвергенция разделяет антарктические и субантарктические водные массы, то по содержанию хлорофилла антарктические воды более продуктивны.

Индийский океан

Содержание хлорофилла в Индийском океане наименее изучено: исследованиями охвачены лишь узкие прибрежные районы и некоторые приэкваториальные области. В основном это работы советских, а также индийских экспедиций.

Северо-Западная часть Индийского океана. Экспедицией ВНИРО на НПС «Профессор Месяцев» в июле — ноябре 1977 г. было исследовано содержание хлорофилла в Индийском океане, у Африканского континента и в районе Маскаренского хребта.

У побережья Кении и Танзании в июле, т. е. зимой южного полушария, гидрометеобстановка и отсутствие стратификации вод препятствовали интенсивному фотосинтезу фитопланктона. По результатам флуоресцентного метода определения хлорофилла «а» его содержание

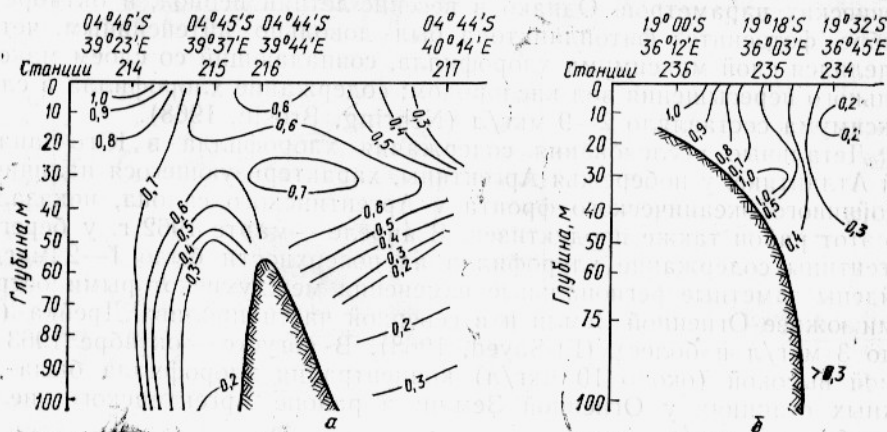


Рис. 3. Распределение хлорофилла в Индийском океане у Африканского побережья в июле 1977 г. (в мкг/л):

а — у берегов Танзании; б — у берегов Мозамбика в заливе Делагоа.

на поверхности у берегов Кении в бухте Унгама (залив Формоза) составляло в среднем 0,41 мкг/л, у берегов Танзании в районе островов Пемба и Занзибар — 0,54 мкг/л. Ярко выраженного слоя максимума хлорофилла не наблюдалось (рис. 3,а). Концентрация его в верхнем 100-метровом слое изменялась незначительно. Судя по содержанию биогенных элементов, количество которых не должно лимитировать развитие фитопланктона, при более благоприятных гидрометеорологических условиях в другой сезон здесь можно ожидать более высокой продукции фитопланктона и, следовательно, более высокого содержания хлорофилла.

У побережья Мозамбика в районах бухты Софала и залива Делагоа (отмель Боа-Паш) в августе 1977 г. содержание хлорофилла «а» на поверхности колебалось в очень широких пределах: от 0,06 до 1,26 мкг/л (в среднем 0,44 мкг/л) с максимумом около устья реки Замбези, где содержание биогенов было очень высоким (силикатов — от 30 мкг-атом Si/л, фосфатов — до 1 мкг-атом P-PO₄/л на поверхности). В распределении хлорофилла по вертикали, как правило, четко выделялся слой максимума, глубина расположения которого варьировала в широких пределах — от поверхности до глубины 75 м, где концентрация его была в 2—7 раз выше, чем на поверхности (рис. 3,б).

В узкой прибрежной полосе у западного побережья Индии в сезон максимального развития фитопланктона на отдельных станциях содержание хлорофилла достигало 19 мкг/л (Chan, 1973; Dehadrai, Bhargava, 1972).

Приэкваториальная зона. У Сейшельских и Амирантских островов в сентябре — ноябре 1977 г. была ярко выражена стратификация вод. Эти острова расположены в зоне экваториальной дивергенции, где наблюдается интенсивный подъем вод, богатых биогенными элементами, в сочетании с четко выраженной стратификацией вод, что создает условия, благоприятные для развития фитопланктона. Содержание хло-

рофилла здесь изменялось в широких пределах; на поверхности — от 0,07 до 1,70 мкг/л (в среднем 0,41 мкг/л). Большое количество фитопланктона скапливалось над слоем скачка плотности на глубине 20—30 м, где содержание хлорофилла в 8—10 раз превышало его концентрацию на поверхности (рис. 4). Содержание биогенных элементов вследствие интенсивного подъема на этой глубине было очень высоким: фосфатов около 1 мкг-атом Р— PO_4 /л, силикатов — 10—15 мкг-атом Si/л.

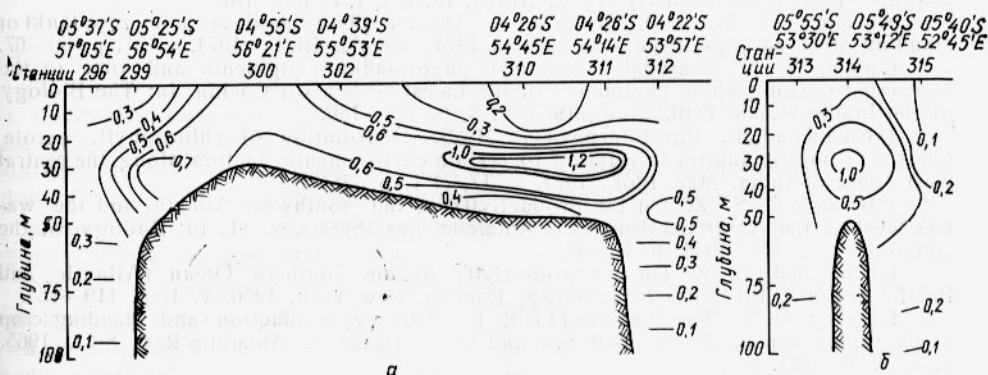


Рис. 4. Распределение хлорофилла «а» в Индийском океане в районе Маскаренского хребта в октябре — ноябре 1977 г. (в мкг/л):

а — в районе Сейшельских островов; б — в районе Амирантских островов.

Заключение

Можно выделить высокопродуктивные прибрежные районы и зоны апвеллинга с содержанием хлорофилла — более 1 мкг/л (в среднем для эвфотической зоны) и малопродуктивные океанические — концентрация хлорофилла менее 0,1—0,2 мкг/л.

Поскольку в тропических районах содержание хлорофилла в несколько раз отличается от его содержания на поверхности, поверхностная концентрация хлорофилла может служить лишь ориентировочным показателем продуктивности вод. В антарктических зонах поверхностные данные близки к средневзвешенным для всего слоя фотосинтеза.

Имеющиеся данные немногочисленны и, как правило, получены только для одного сезона. Материалы различных экспедиций трудно сравнивать между собой, поскольку содержание хлорофилла определяли разными методами, до последнего времени почти не учитывалось наличие во взвеси продуктов распада хлорофилла, феопигментов. Кроме того, существуют значительные межгодовые колебания концентрации хлорофилла.

Тем не менее, содержание хлорофилла во взвеси морской воды может служить косвенной характеристикой продуктивности того или иного района, поскольку оно связано с биомассой фитопланктона и интенсивностью его фотосинтеза. Большие перспективы открываются при использовании возможности выявления продуктивных зон океана по оптическим характеристикам хлорофилла «а» с самолетов и космических аппаратов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Ведерников В. И., Стародубцев Е. Г. Первичная продукция и хлорофилл в юго-восточной части Тихого океана. — Труды ИОАН, 1971, т. 89, с. 33—42.
 Кабанова Ю. Г., Ведерников В. И., Коновалов Б. В., Андреева Л. Н. Первичная продукция и хлорофилл «а». — В сб.: Биологические исследования в Атлантическом секторе Антарктики. — Труды ИОАН, 1974, т. 98, с. 9—29.

- Кузьмина А. И. Содержание пигментов в планктоне тропиков западной Падцифики. — В кн.: Гидробиологические исследования в Японском море и Тихом океане, 1975, с. 28—46.
- Мордасова Н. В. Хлорофилл в прибрежных перуанских водах Тихого океана в 1972 г. — Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ, 1974, сер. 9, вып. 7, доп. с. 11—21.
- Мордасова Н. В., Андреева Н. М. Гидрохимическая характеристика вод юго-западной части Атлантического океана в районе подводной возвышенности Рио-Гранде и Патагонского склона. — Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ, 1975, сер. 9, вып. 11, с. 8—17.
- Рассашко И. Ф. Первичная продуктивность прибрежной зоны дальневосточных морей. — Тезисы докладов III съезда ВГБО, 1976, т. I, с. 106—107.
- Adams, J. A., I. E. Baird, J. Dunn. Chlorophyll „a“ and zooplankton standing stock surveys from Aberdeen in 1974, *Annales Biol.*, 1974, v. 31, p. 66—67.
- Chan, N. M. Seasonal variation of phytoplankton pigments and some of the associated oceanographic parameters in the Laccative Sea off Cochin. In: *The Biology of the Indian Ocean. Ecol. Stud.*, 1973, v. 3, p. 175—186.
- Dehadrai, P. V., Bhargava R. M. S. Distribution of chlorophyll, carotenoids and phytoplankton in relation to certain environmental factors along the central west coast of India. *Mar. Biol.*, 1972, v. 17, N 1, p. 30—37.
- El-Sayed, S. Z. On the productivity of the southwest Atlantic and the waters west of the Antarctic Peninsula. *Antarctic Res. Series*, v. 11, *ln: Biology of the Antarctic seas*, 111, 1968, p. 15—47.
- El-Sayed, S. Z. On the productivity of the Southern Ocean (Atlantic and Pacific Sectors). In: *Antarctic Ecology*. London, New York, 1970, v. 1, p. 119—135.
- El-Sayed, S. Z., Mandelli E. F. Primary production and standing crop of phytoplankton in the Weddell Sea and Drake Passage. *Antarctic Res. Ser.*, 1965, v. 5, p. 87—124.
- El-Sayed, S. Z., Mandelli E. F., Y. Sugimura. Primary organic production in the Drake Passage and Bransfield Strait. *Antarctic Res. Ser.*, 1964, v. 1, p. 1—11.
- Hansen, V. K., Danish investigations on the primary production and distribution of chlorophyll „a“ at the surface of the North Atlantic during summer. *Rapp. et Proc. Verb. Reun. Cons. Perman. Internat. Explorat. Mer.*, 1961, v. 149, p. 160—166.
- Kawarada, Y., A. Sano. Distribution of chlorophyll and phaeophytin in the western North Pacific. *Oceanogr. Mag.*, 1969, v. 21(2), p. 137—146.
- Kawarada Y., A. Sano. Distribution of chlorophyll „a“ and phaeopigments in the north-western North Pacific in relation to hydrographic condition. In: *Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean*, 1972, Tokyo, p. 125—138.
- McRoy, P., I. Goering, W. Shiels. Studies of primary production in Eastern Bering Sea. In: *Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean*, 1972, Tokyo, p. 199—216.
- Nehring, D., Brosin H. I. Ozeanographische Beobachtungen im aquatorialen Atlantic und auf dem Patagonischen Schelf während der I. Südatlantik-Expedition mit dem Fischereiforschungsschiff „Ernst Haeckel“ von August bis Dezember 1966. *Geod. Geoph. Veröff.* 1968, R. IV, H. 3, p. 1—93.
- Ohwada, M. Distribution of chlorophyll and phaeophytin in the Sea of Japan. *Oceanogr. Mag.*, 1971, v. 23, N 1, p. 21—32.
- Saijo, Y., Iizuka S., Sasoka O. Chlorophyll maxima in Kuroshio and adjacent area. *Marine Biol.* 1969, v. 4, N. 3, 190—196.
- Schemaında, R., Nehring D., Schulz S. Ozeanologische Untersuchungen zum Produktionspotential der nordwestafrikanischen Wasserauftriebsregion 1970—1973. *Geodät. Geoph. Veröff.* 1975, R IV, H. 16, p. 1—88.
- Steeaman-Nielsen E., Hansen V. K. The primary production in waters west of Greenland during July 1958. *Rap. et Proc. Verb. des Reun.*, 1961, v. 149, p. 158—159.

Some data on the content of chlorophyll in productive areas of the World Ocean

Mordasova N. V.

S U M M A R Y

The content of chlorophyll is analysed in some well-studied productive areas of the Pacific, Atlantic and Indian Oceans. The content of chlorophyll in highly productive areas, i. e. inshore waters, zones of upwelling, Antarctic waters is, on the average, more than 1 mg/l in the euphotic zone whereas it is less than 0,1—0,2 mg/l in scarce ocean regions. The data on the chlorophyll content in surface waters of the temperate latitudes, pre-equatorial and tropical regions may serve only as indicative characteristics of productivity. The data obtained in the Antarctic waters are close to the average for the whole photosynthetic layer.