

ПРОВ 98

ПРОВ 2010

ПРОВ 2020

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МОРСКИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ № 1 (80)

Институт биологии
Южного моря АН УССР

БИБЛИОТЕКА

М. _____

СЕВАСТОПОЛЬ, 1978

Е.А. Агафонов, М.И. Роухияйнен

Связь между показателем ослабления излучения и фитопланктоном для некоторых районов юго-восточного сектора Южной Атлантики

Дается оценка связи между показателем ослабления излучения и фитопланктоном, полученная впервые для некоторых районов юго-восточного сектора Южной Атлантики. Приводится таблица значений коэффициентов корреляции между оптическими и биологическими величинами, полученных на многосуточных полигонах, характеризующихся различным возрастом водных масс. Установлено наличие тесной корреляции между оптическими и биологическими данными.

ИЗВЕСТНЫ работы, в которых устанавливается взаимосвязь по сопоставлению кри-
вых вертикального распределения фитопланктона и показателя ослабления излучения. Многие исследователи приходят к выводу о перспективности использования оптических измерений в качестве экспрессных методов для получения сведений о содержании фитопланктона. В частности, неоднократно указывалось, что в эвфотической зоне наблюдается соответствие положения горизонтов пониженной прозрачности горизонтам максимального содержания фитопланктона [1,2].

Однако в работах, посвященных рассмотрению этого вопроса, авторы, как правило, устанавливали просто факт нахождения в слоях повышенной мутности того или иного увеличенного количества фитопланктона [3,4]. В некоторых случаях растительный планктон разделялся на группы, выявленные в исследуемых районах, а затем проводилось их сопоставление с вертикальным распределением показателя ослабления. Иногда устанавливалась статистическая количественная связь между показателем ослабления излучения и содержанием фитопланктона, выраженного в численности или биомассе [5, 7]. Обычно число случайных величин, которые привлекались для установления условных законов распределения, невелико и по имеющимся в нашем распоряжении источникам, не превышало 30. Причем измерения по сопоставлению данных

проводились в различных участках Мирового океана, отличающихся по своим гидрологическим, биологическим и динамическим характеристикам, что, вообще говоря, нежелательно при вычислении статистических оценок. Наши исследования проводились на ограниченных участках акватории на многосуточных полигонах. Это позволяло сохранять сравнительное постоянство условий эксперимента. Естественно, что полностью невозможно было устранить различие во внешних условиях во время измерений.

В данной работе приводятся результаты оценки связи гидрооптической характеристики — показателя ослабления излучения с распределением растительного планктона. В основу положены данные, полученные в 27-м рейсе НИС "Михаил Ломоносов" в ноябре 1972 — апреле 1973 гг. в циркуляционной системе Южной Атлантики на трёх многосуточных полигонах, характеризующихся различным возрастом водных масс. Первый полигон находился в районе наиболее интенсивного подъёма на поверхность глубинных вод, обогащённых биогенными веществами, у юго-западного побережья Африки, несколько севернее р. Оранжевой; второй — юго-западнее о. Святой Елены в зоне "старения" вод; третий — в центре антициклонального круговорота на расстоянии около 900 миль к востоку от Рио-де-Жанейро в районе опускания вод.

Для первого качественного суждения о характере стохастической зависимости между показателем ослабления излучения и фитопланктоном построены графики наблюденных пар указанных величин. Анализ этих графиков позволил установить наличие положительной корреляции между показателем ослабления и различными группами фитопланктона, близкой к линейной.

Исследование оптических свойств воды осуществлялось с помощью прозрачномера ЛФП в сине-зеленом участке спектра $\lambda = 470$ нм [6]. Фитопланктон собирали 30-литровым фторопластовым батометром одновременно с пробами для определения взвеси, бактерий и микрозоопланктона. Выбор нестандартных горизонтов определяли ходом вертикального распределения ослабления излучения. Отбор проб повторяли через каждые шесть часов в течение трёх суток. Клетки растительного планктона просчитывались в капле объёмом 0,05 см³ в двухкратной повторности. Полученные результаты пересчитывались на 1 м³ [8].

При фиксации проб формалином многие нано- и ультрапланктонные организмы, куда относятся преимущественно мелкие жгутиковые водоросли, разрушаются, поэтому фитопланктон учитывали как в "живой" капле сразу после взятия образцов, так и впоследствии в фиксированных пробах. Сочетание тех и других данных поз-

волило получить более достоверные результаты по количественному развитию и размерной структуре фитопланктона. В связи с этим рассчитывались коэффициенты корреляции между показателями ослабления излучения и количеством фитопланктона, учтенного как в "живой" капле, так и в фиксированных пробах.

Анализ полученного биологического материала показал, что исследованные районы существенно различались по видовой, размерной и количественной структуре, а также по характеру вертикального распределения фитопланктона. На рисунке, а, б, в представлены совмещенные графики вертикального распределения показателя ослабления излучения $\mathcal{E}$ (отн. ед.), численности (кл/м³), биомассы



Рисунок. Осреднённые графики вертикального распределения на 1-3-м полигонах (а, б, в): 1 - показателя ослабления излучения; 2 - численности; 3 - биомассы фитопланктона

фитопланктона (г/м³). Значения параметров, отмеченные на кривых кружочками, осреднялись по всем сериям, выполненным в течение многосуточных станций.

В таблице сведены рассчитанные коэффициенты корреляции r между суммарным фитопланктоном, биомассой, отдельными группами фитопланктона и показателем ослабления излучения $\mathcal{E}$. Для случаев тесной корреляционной связи между Φ и $\mathcal{E}$ (1-й полигон) приводятся значения среднеквадратичных отклонений коэффициентов корреляции σ_r , параметры экспериментальных линий регрессии вида $\Phi = a + b \cdot \mathcal{E}$ число пар случайных величин N , подвергшихся обработке, фитопланктон Φ для численности (млрд кл/м³, млн кл/м³) и для биомассы (г/м³, мг/м³).

Таблица

Параметры экспериментальных линий регрессии и
коэффициенты корреляции

Группы фитопланк- тона	I-й полигон										2-й полигон				3-й полигон			
	"Живая" капля					Фиксированные пробы					"Живая" капля		Фиксированные пробы		"Живая" капля		Фиксированные пробы	
	r	σ_r	a	b	N	r	σ_r	a	b	N	r	N	r	N	r	N	r	N
Суммарный фитопланктон																		
численность	0,85	0,059	$-2,7 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	22	0,85	0,042	$-1,2 \cdot 10^3$	$17 \cdot 10^3$	43	0,27	28	0,4	56	0,4	27	0,22	56
биомасса	0,78	0,08	$-8 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^4$	22	0,71	0,074	$-3,4 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^3$	43	0,33	28	0,05	56	0,02	27		
Диатомовые																		
численность	0,87	0,05	$-2,5 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^4$	22	0,85	0,042	$-1,8 \cdot 10^3$	$17 \cdot 10^3$	43	0,01	22	0,01	56				
биомасса	0,77	0,08	$-7 \cdot 10^2$	$9,6 \cdot 10^3$	22	0,74	0,069	$-5,9 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^3$	43	0,05	22	0,04	56				
Перидиниевые																		
численность						0,79				43								
биомасса						0,22				43								

Зона апвеллинга (рисунок, а) характеризовалась наиболее высокими показателями развития фитопланктона. Средняя численность клеток с учётом мелких жгутиковых водорослей, полученных в "живой" капле, достигала 7 млрд кл/м³, биомасса составляла 4,6 г/м³. Причём максимальная концентрация планктонных водорослей, как правило, наблюдалась на глубине 10 м. В рассматриваемом районе фитопланктон примерно на 90% состоял из диатомовых водорослей, снабженных кремниевым панцирем. Ход оптической кривой в данном случае в значительной мере определялся распределением растительного планктона. Коэффициенты корреляции, рассчитанные между показателями развития фитопланктона и показателем ослабления излучения по району апвеллинга, были довольно высоки (таблица) и для численности они составили 0,85 как по данным подсчёта организмов в "живой" капле, так и в фиксированных пробах. Для биомассы они определились показателями 0,78 и 0,71 соответственно (рисунок, а, б). В связи с тем, что основу фитопланктона в исследованном районе составляли диатомовые водоросли, для них получены аналогичные величины коэффициентов корреляции. Перидиниевые водоросли, имеющие второстепенное значение, хорошо коррелировали (0,79) с показателями ослабления света только по численности. Для биомассы же получен коэффициент 0,22. Это, видимо, связано с тем, что максимальный показатель (403,2 мг/м³) в результате обнаружения крупных клеток с условным диаметром 50 микрон выявлен на глубине 50 м, где коэффициент ослабления света был ниже по сравнению с вышележащими слоями и отдельные крупные особи, видимо, не попадали в рабочую область прибора. Максимальная численность клеток перидиней преобладала на тех же глубинах, что и диатомовых водорослей.

В зоне "старения" вод (2-й полигон) количество фитопланктона было на два порядка меньше и составило до 43 млн кл/м³, 29 мг/м³ (рисунок, б). Причём для численности в среднем максимальные показатели отмечены на глубине 50 м, а для биомассы - на 100 м. Основу фитопланктона в рассматриваемом районе (по результатам подсчёта в "живой" капле) составляли мелкие жгутиковые водоросли. В фиксированных пробах около 41% численности приходилось на долю золотистых водорослей, главным образом кокколитофорид. Биомасса же почти на 50% состояла из перидиниевого планктона. В связи с относительно низкими показателями развития фитопланктон мало определял оптические свойства воды. Причём для численности несколько большая связь выявлена при сопоставлении результатов подсчёта клеток в фиксированных пробах

бах. Это можно объяснить тем, что в данном случае несколько точнее выявлена локализация фитопланктона отстойным методом. Что касается биомассы, то по фиксированным пробам связь с оптическими показателями практически отсутствовала опять же в результате нахождения отдельных особей с повышенным условным диаметром клеток вне зоны максимальной концентрации их численности.

Ещё более низкие коэффициенты получены для района опускания вод (3-й полигон), особенно по данным обработки фиксированных проб. Заметная связь ($r = 0,4$) выявлена только по численности, полученной при просчёте в "живой" капле.

Была сделана попытка установления связи между размерной структурой фитопланктона и оптическими характеристиками. Предварительный анализ показал, что во всех исследованных частях циркуляционной системы юго-восточного сектора Южной Атлантики наибольший удельный вес в планктоне имели мелкие нанопланктонные организмы с диаметром клеток 5-10 микрон. Менялось только, как отмечено, абсолютное количество водорослей. Снижение значений коэффициентов корреляции между вертикальным распределением фитопланктона и оптическими свойствами воды от первого до третьего полигонов сопровождалось некоторым увеличением числа видов и разновидностей нанопланктонных водорослей с условным диаметром клеток 5-50 микрон. На наш взгляд, эти параметры между собой не связаны.

Таким образом, в результате сопоставления данных по вертикальному распределению фитопланктона с показателем ослабления излучения можно сделать следующие выводы.

1. Показатель ослабления излучения света прежде всего зависит от количественной характеристики фитопланктона и, видимо, от его состава.

2. Наибольший коэффициент корреляции между этими показателями отмечен при концентрации фитопланктона в несколько миллиардов клеток в 1 м³, тогда как при концентрации, определяемой десятками миллионов клеток в 1 м³, зависимость либо отсутствовала, либо была слабой.

3. Диатомовый планктон (характеризующийся наличием кремниевой створки), обильно представленный на апвеллинге, в большей мере поглощает свет, чем слабо скульптурированные мелкие жгутиковые или перидиниевые и кокколитофориды, составляющие основу фитопланктона на двух других полигонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А.П. Физические основы гидрооптики. Минск, "Наука и техника", 1975.
2. Ерлов Н.Т. Оптическая океанография. М., "Мир", 1970.
3. Лубны-Герцег Е.А., Дегтярев В.И. Распределение планктона и слоя пониженной прозрачности. - ДАН СССР, 1967, т. 178, № 2.
4. Кобленц-Мишке О.И., Козлянинов М.В. Вертикальное распределение фитопланктона и прозрачности в Северной части Тихого океана. - ДАН СССР, 1966, т. 166, № 2.
5. Кайгородов М.Н. и др. Оптическая структура вод пассатной зоны Атлантики и её связь с физико-биологическими условиями. - Морские гидрофизические исследования, № 1. Севастополь, 1973.
6. Ли М.Е., Неуймин Г.Г., Михайлов Э.А. Новый логарифмический фотометр-прозрачномер. - В кн.: Исследования междуведомственной экспедиции в Северо-Западной Атлантике. Севастополь, изд. МГИ АН УССР, 1969.
7. Ли М.Е., Нарусевич Т.Ф., Неуймин Г.Г. О возможности оценки путём оптических измерений природы слоёв пониженной прозрачности в море. - Морские гидрофизические исследования, №1. Севастополь, 1972.
8. Роухияйнен М.И. Некоторые данные о распределении и суточной динамике фитопланктона. - В сб.: Экспедиционные исследования в Южной Атлантике и Средиземном море. К., "Наук. думка", 1975.

E.A. Agafonov, M.I. Roukhiyainen

A RELATION BETWEEN RADIATION ATTENUANCE AND PHYTOPLANKTON FOR SOME REGIONS OF THE SOUTH - EASTERN SECTOR IN THE SOUTH ATLANTIC.

An estimation is presented of the relationship between the radiation attenuance and phytoplankton obtained for the first time for some regions in the south-eastern sector of the South Atlantic. The Table is given which lists values of coefficients for correlation between optical and biological values obtained during observations of many days in the study areas characterized by various age of water masses. The presence of a close correlation between optical and biological data is found.

Статья поступила в редакцию 16.12.1976 г.