

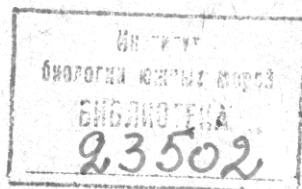
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 21

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В КРАСНОМ И АРАВИЙСКОМ МОРЯХ

Республиканский межведомственный сборник



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ — 1970

Богданова А.К. Гидрологические условия в Красном море и Аденском заливе по наблюдениям э/с "Академик А.Ковалевский". - Океанологические исследования, 15, "Наука", М., 1966.

Богданова А.К. Основные черты гидрологии и водообмена Суэцкого канала. - В кн.: Биологические исследования в Красном и Аравийском морях. - См. наст. сборник.

Добрянская М.А. Распределение кислорода и фосфатов в Красном море. - Тез. докл. на III научной конференции по химии моря, М., 1965.

Зернова В.В. Количественное распределение фитопланктона в северной части Индийского океана. - Тр. Ин-та океанологии, Биол. исследования. Планктон, 58, 1962.

Михайлова Н.Ф. Фитопланктон восточной части Средиземного моря. - Тез. докл. на I съезде ВГО, "Наука", М., 1965.

Хмелева Н.Н. О первичной продукции Красного моря и Аденского залива. - В кн.: Биологические исследования в Красном и Аравийском морях. - См. наст. сборник.

Cleave P.T. Plankton from the Red sea. - Öfversigt af Kongl.-Vetenskaps-Akademiens Föhandlingar, 9, Stockholm, 1900.

Karsten G. Das Indische Phytoplankton. - Nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition 1898-1899, 2, 2, 1907.

Ostenfeld C.H. a. Schmidt J. Plankton from the Red sea and Gulf of Aden. - Videnskabelige Meddelelser, Kjöbenhavn, 1902.

Schröder B. Beiträge zur Kenntnis der Phytoplanktons warmer meer. - Vierteljahr naturf. Ges. Zurich, 51, 1906.

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ПЛАНКТОНЕ АРАВИЙСКОГО МОРЯ

Т.М.Ковалева

В настоящей работе приводятся результаты определения содержания хлорофилла в планктоне Аравийского моря, полученные во время 19 рейса НИС "Михаил Ломоносов" с 16 мая по 10 июля 1966 года. Начало работ совпало по времени со сменой зимнего северо-восточного муссона на летний юго-западный. Этот период характеризовался нестабильностью гидрологического и гидрохимического

режимов. Под влиянием юго-западного муссона у берегов Сомали, Аравии и в Оманском заливе происходил подъем глубинных вод пониженной солености и температуры /Жидков, Пастухов, Кирюхина, 1967; Параничев, Бедакова, Ковешников, 1967/. В этих же районах обнаружен интенсивный вынос биогенных элементов к поверхности /Смирнов, Даниленко, Хлыстов, 1967/. У южных и северо-западных берегов о. Сокотра, в зоне конвергенции, зарегистрировано опускание вод. В восточной части Аравийского моря наблюдался более мощный, однородный по температуре и солености, слой, чем в северо-западной части.

В целом, для вод Аравийского моря были характерны незначительная толщина термически однородного слоя, высокое залегание скачка плотности и повышенное содержание растворенного кислорода в поверхностных слоях.

Материал для определения содержания хлорофилла в планктоне собран на 21 станции со стандартных гидрологических горизонтов: 0, 10, 25, 50, 75 и 100 м. Пробы отбирали 5-литровым пластмассовым батометром. С каждого горизонта фильтровали от 3 до 10 л воды. Для фильтрации воды применялись мембранные фильтры № 5 Мытищенской фабрики. Фильтры с осадком планктона просушивали в темноте и хранили в холодильнике в эксикаторе над силикагелем. За сутки до определения хлорофилла фильтры с осажженным на них фитопланктоном помещали на 24 час в 90%-ный уксус для экстракции пигментов. Затем экстракт очищали от взвешенных частиц с помощью центрифуги ЦЛС-2 и в дальнейшем обрабатывали на спектрофотометре СФ-4А в пределах длин волн от 630 мкм до 750 мкм. Содержание хлорофилла „а“, „б“ и „с“ определялось с помощью системы уравнений, предложенной рабочей группой ЮНЕСКО /Report of SCOR-Unesco Working Group, 17, 1964/. Кроме того, расчеты хлорофилла „а“ произведены по уравнению Ричардса и Томпсона /Richards, Thompson, 1952/, что позволило сравнить наши данные с данными, полученными при использовании этого уравнения.

Полученные нами данные показали, что содержание хлорофилла „а“ в планктоне исследованного района в верхнем 100-метровом слое водной толщи колебалось от 0,010 до 0,875 мг/м³. Содержание хлорофилла „б“ было, как правило, выше, чем хлорофилла „а“ /0,004-1,172 мг/м³/. Количество хлорофилла „с“ также в большинст-

ве случаев характеризовалось более высокими показателями по сравнению с хлорофиллом „а“ / $0,017 - 1,012 \text{ мг/м}^3$ / табл. 1/. Следует отметить, что на некоторых горизонтах хлорофилла „а“ и „с“ вообще не было обнаружено. Возможно, это связано с очень малыми их концентрациями, для обнаружения которых следовало бы увеличить количество фильтруемой воды.

Несмотря на то, что определение содержания хлорофилла сделано по уравнениям рабочей группы ЮНЕСКО /1964/, основанным на последних данных по молярным коэффициентам погашения света, величины содержания хлорофилла „b“ и частично „с“, как показано выше, оказались большими, по сравнению с количеством хлорофилла „а“. Возможно, это объясняется искусственным завышением количества хлорофилла „b“ и „с“ из-за малых плотностей экстрактов. Кроме того, при спектрофотометрировании в пределах длин волн от 600 до 750 мкм наблюдался слабо выраженный максимум /при 665 мкм/ по отношению к длинам волн 630 и 645 мкм. Анализ данных по вертикальному распределению хлорофилла „а“ показал, что наименьшее его количество, как правило, отмечалось на глубине 0-10 м. На глубине 25-100 м содержание его в 2-10 раз выше. Такое распределение хлорофилла в какой-то степени обусловлено отрицательным воздействием интенсивной солнечной радиации на развитие фитопланктона в верхнем 10-метровом слое. Кроме того, повышение содержания хлорофилла „а“ на глубинах связано с опусканием фитопланктона и наибольшей его концентрацией в зоне скачка плотности или, при малых глубинах, у дна, что неоднократно отмечалось рядом исследователей /Морозова-Водяницкая, 1948, 1954; Пицк, 1950, 1954; Белогорская, Кондратьева, 1965/. На рис. 1 показано вертикальное распределение хлорофилла „а“, взвеси и плотности воды. Как видно из рисунка, ход кривых обнаруживает наличие прямой зависимости между количеством хлорофилла и взвесью.^{х/} Максимальное количество хлорофилла и взвеси отмечалось, как правило, в слое скачка плотности.

Как известно /Malgaleff, 1960/, отношение содержания хлорофилла „с/а“ характеризует физиологическое состояние водорослей. Чем меньше это отношение, тем жизнедеятельнее популяция. В период наших наблюдений величины отношения „с/а“ на исследованной аква-

х/ Изучение распределения взвеси проведено оптическим методом /Неуймин, Агафонов, Сорокина, 1967/.

Содержание хлорофилла* /в мг/м³/ в планктоне Аравийского моря в мае - июле 1963 г.

Номер станции	Положение станции	Дата наблюдения	Горизонт, м					
			0	10	25	50	75	100
1482	11°45'5 с.ш.	16.V	0,057	0,041	0,045	0,115	0,174	0,141
	51°48'4 в.д.		0,256	0,151	0,064	0,137	0,174	0,098
			0,423	0,295	0,162	0,354	0,400	0,216
1483	11°51'8 с.ш.	17.V	0,044	0,079	0,050	0,055	0,127	0,080
	52°03'0 в.д.		0,063	0,110	0,065	0,122	0,237	0,110
			0,158	0,573	0,568	0,156	0,336	0,140
1489	13°18'7 с.ш.	18.V	0,037	0,062	0,040	0,070	0,085	0,122
	53°00'3 в.д.		0,121	0,105	0,048	0,065	0,131	0,199
			0,544	0,303	0,094	0,093	0,152	0,277
1491	14°32'6 с.ш.	20.V	0,070	0,045	0,048	0,030	0,080	0,158
	52°47'8 в.д.		0,086	0,071	0,087	0,057	0,144	0,231
			0,092	0,058	0,215	0,166	0,197	0,242
1492	15°16'0 с.ш.	21.V	0,046	0,076	0,165	0,206	0,054	0,056
	52°14'3 в.д.		0,094	0,151	0,228	0,200	0,105	0,132
			0,103	0,000	0,269	0,453	0,185	0,286

Продолжение табл. I

Номер станции	Положение станции	Дата наблюдений	Горизонт, м					
			0	10	25	50	75	100
1494	22°33'0 с.ш. 59°55'0 в.д.	24.V	0,046 0,063 0,204	0,123 0,105 0,332	0,563 0,778 0,870	0,164 0,201 0,496	0,051 0,076 0,136	0,039 0,065 0,163
1495	23°09'3 с.ш. 60°22'3 с.ш.	25.V	0,030 0,035 0,000	0,050 0,067 0,000	0,026 0,173 0,053	0,140 0,254 0,231	0,055 0,059 0,130	0,022 0,023 0,206
1496	23°48'0 с.ш. 60°46'0 в.д.	26.V	0,065 0,058 0,097	0,066 0,103 0,094	0,205 0,262 0,105	0,137 0,149 0,234	0,053 0,072 0,058	0,027 0,004 0,080
1501	24°20'0 с.ш. 64°30'0 в.д.	28.V	0,071 0,079 0,017	0,043 0,067 0,062	0,062 0,114 0,069	0,284 0,494 0,452	0,047 0,057 0,148	0,038 0,053 0,164
1503	24°45'0 с.ш. 65°38'5 в.д.	29.V	0,414 0,580 0,368	0,536 0,718 0,362	0,875 1,172 0,527	0,198 0,230 0,188	0,095 0,109 0,188	0,048 0,053 0,047
1507	22°03'5 с.ш. 67°27'7 в.д.	5.VI	0,035 0,091 0,060	0,039 0,018 0,106	0,018 0,043 0,061	0,242 0,440 0,341	0,063 0,098 0,129	0,065 0,096 0,194

Номер станции	Положение станции	Дата наблюдения	Горизонт, м					
			0	10	25	50	75	100
1509	21° 23' 0 с.ш.	7.VI	0,033	0,044	0,048	0,246	0,127	0,089
	66° 30' 7 в.д.		0,074	0,079	0,085	0,434	0,243	0,143
1515	20° 37' 0 с.ш.	10.VI	0,000	0,000	0,000	0,502	0,259	0,232
	60° 18' 0 в.д.		0,070	0,025	0,185	0,068	0,045	0,029
1516	20° 47' 0 с.ш.	11.VI	0,104	0,019	0,309	0,150	0,088	0,035
	59° 29' 0 в.д.		0,203	0,042	0,217	0,185	0,112	0,023
1522	20° 47' 0 с.ш.		0,064	0,024	0,026	0,425	0,105	0,061
	59° 29' 0 в.д.		0,083	0,031	0,013	0,722	0,181	0,125
1524	09° 33' 2 с.ш.	30.VI	0,143	0,000	0,000	0,487	0,231	0,165
	74° 21' 0 в.д.		0,428	0,364	0,295	-	-	0,058
1528	09° 09' 0 с.ш.		0,687	0,567	0,444	-	-	0,062
	72° 25' 1 в.д.		0,721	0,422	0,418	-	-	0,000
1524	09° 09' 0 с.ш.	1.VII	0,106	0,097	0,126	0,159	0,109	0,053
	72° 25' 1 в.д.		0,185	0,136	0,216	0,294	0,223	0,125
1528	12° 20' 0 с.ш.		0,000	0,000	0,098	0,236	0,218	0,148
	72° 31' 8 в.д.	3.VII	0,191	0,150	0,089	0,201	-	0,057
			0,139	0,228	0,194	0,452	-	0,094
			0,478	0,325	0,413	0,394	-	0,284

Продолжение табл. I

Номер станции	Положение станции	Дата наблюдения	Горизонт, м				
			0	10	25	50	100
1531	13°56'2 с.ш.	4.УП	0,068	0,066	0,087	0,087	0,048
	72°48'3 в.д.		0,294	0,210	0,192	0,165	0,075
1538	16°24'5 с.ш.	7.УП	0,280	0,249	0,164	0,258	0,122
	70°23'8 в.д.		0,020	0,046	0,053	0,044	0,032
1539	17°40'6 с.ш.	8.УП	0,005	0,026	0,101	0,055	0,037
	69°04'9 в.д.		0,181	1,012	0,292	0,266	0,228
1543	18°22'7 с.ш.	10.УП	0,021	0,024	0,033	0,110	0,000
	71°29'4 в.д.		0,054	0,086	0,059	0,232	0,016
			0,070	0,046	0,073	0,477	0,163
			0,000	0,036	0,010	0,207	-
			0,040	0,066	0,074	0,336	-
			0,215	0,215	0,343	0,691	-

x/ В каждой первой строке содержание хлорофилла "а", во второй - "b", в третьей - "с":

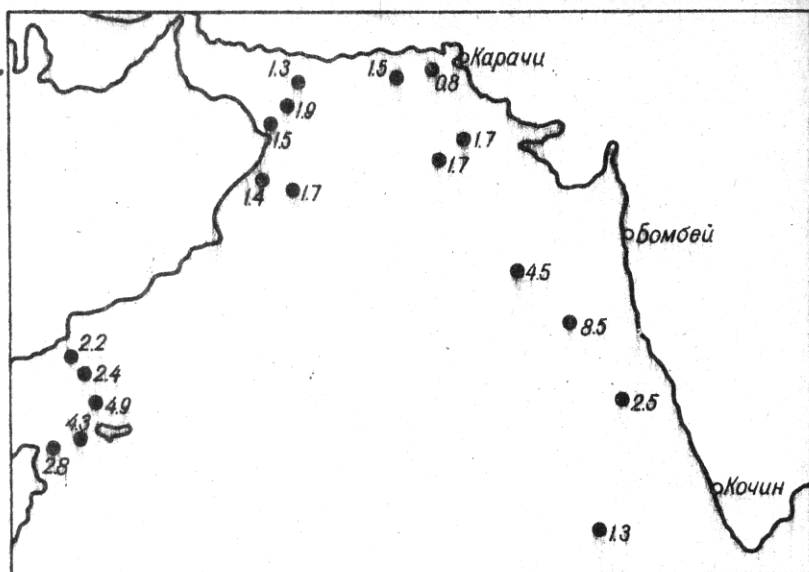


Рис.2. Величины отношения хлорофилла „с/а“ в слое 0 - 100 м.

тории Аравийского моря в слое 0 - 100 м колебались в пределах 0,8 - 8,5. Замечено, что в прибрежной зоне это отношение характеризовалось меньшими величинами, чем в открытых районах моря /рис.2/. Это может свидетельствовать о более высокой физиологической активности и интенсивном развитии фитопланктона в прибрежной зоне.

На рис.3 представлены данные о пространственном распределении хлорофилла „а“ в Аравийском море. Наибольшее его содержание в планктоне зарегистрировано в прибрежных зонах от Оманского залива до г. Карачи. Особенно высокая величина получена для области, находящейся в непосредственной близости от порта Карачи /ст.1503/. В этом районе отмечено сильное перенасыщение воды в верхнем слое кислородом /Смирнов, Даниленко, Хлыстов, 1967/. Относительно высокое содержание хлорофилла наблюдалось также у южной оконечности п-ва Индостан против г.Кочин. Для этих районов получены и наибольшие величины первичной продукции /Заика, Гордина, Ковалева, Кузьменко, 1967/. Основной причиной повышен-

Т а б л и ц а 2

Содержание хлорофилла "а" и биомасса фитопланктона
/в мг/м³/ в Аравийском море для слоя 0-100 м

Дата наблюдения	Номер станции	Хлоро- филл "а"	Биомас- са фи- топланк- тона	Дата наблюдения	Номер станции	Хлоро- филл "а"	Биомас- са фи- топланк- тона
16.Y	1482	0,107	43	7.YI	1509	0,121	87
17.Y	1483	0,078	31	10.YI	1515	0,075	30
18.Y	1489	0,072	28	11.YI	1516	0,151	60
20.Y	1491	0,079	32	30.YI	1522 ^{x/}	0,359	144
21.YI	1492	0,117	47	1.YII	1524	0,116	47
24.Y	1494	0,249	100	3.YII	1528 ^{x/}	0,140	56
25.Y	1495	0,072	28	4.YII	1531	0,079	32
26.Y	1496	0,104	42	7.YII	1538	0,046	18
28.Y	1501	0,108	43	8.YII	1539	0,044	17
29.Y	1503	0,342	137	10.YII	1543 ^{x/}	0,021	8
5.YI	1507	0,095	38				

^{x/} Данные для слоя 0-25 м.

Т а б л и ц а 3

Содержание хлорофилла „а“ /в мг/м³/ в планктоне разных районов бассейна Индийского океана

Район	Дата наблюдений	Хлорофилл „а“	Слой, м	Авторы
Аденский залив	XI-II 1961-62гг.	0,176	0-100	Белогорская /1967/
Красное море	XI-II 1961-62гг.	0,145	0-100	Белогорская /1967/
Западная часть Индийского океа- на	У-У1 1958г.	0,088-0,317 /ср.0,215/*	0-100	Ventsch, Wood /1961/
Юго-восточная часть Индийско- го океана	лето 1959-62гг.	0,100	0-150	Humphrey /1966/
Аравийское мо- ре	У-У1 1966 г.	0,061-0,478 /ср.0,152/**	0-100	Наши данные

* / Неопубликованные данные Енча и Вуда / Measurements of primary production in the Red sea Gulf of Aden and Indian ocean - Yentsch, Wood, 1961);

** / Хлорофилл „а“ рассчитан по методу Ричардса и Томпсона /1952/.

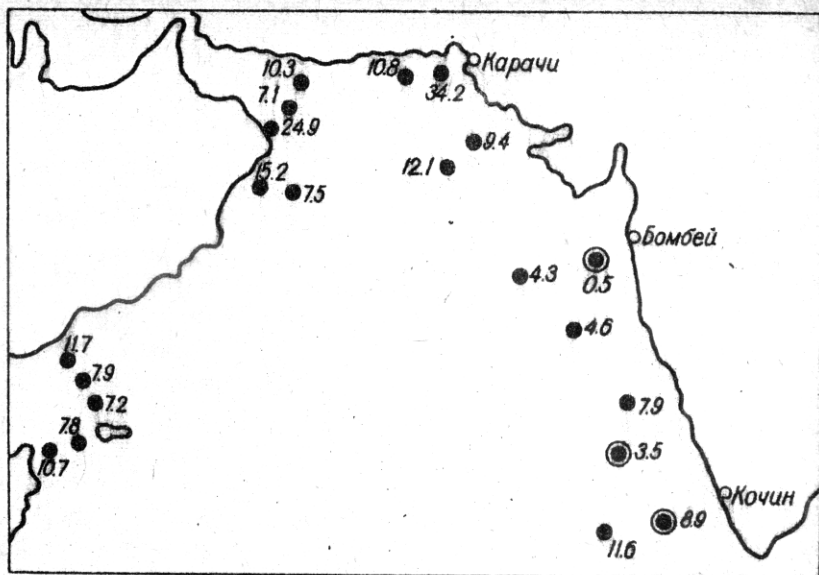


Рис.3. Количество хлорофилла "а" под 1 м^2 в слое 0 - 100 м (для станций 1522, 1528, 1543 - в слое 0-25 м).

ной продуктивности указанных районов Аравийского моря, как уже отмечалось выше, является подъем глубинных вод, выносящих в верхний слой биогенные вещества.

Поскольку содержание хлорофилла "а" может быть использовано для косвенной оценки биомассы фитопланктона, нами было произведено определение последней /табл.2/ по расчету, предложенному Г.Г.Винбергом /1960/.

Полученные нами данные по содержанию хлорофилла "а" в планктоне разных районов бассейна Индийского океана довольно близки к величинам, полученным рядом авторов для других районов Индийского океана /табл.3/.

Выводы

I. Содержание хлорофилла "а" в планктоне Аравийского моря на разных горизонтах колебалось от 0,010 до 0,875 мг/м^3 .

2.Количество хлорофилла, как правило, увеличивалось с глубиной, достигая максимума в слое 25-100 м. Во многих случаях отмечена прямая зависимость между количественным распределением хлорофилла, взвеси и положением скачка плотности.

3.Максимальные величины содержания хлорофилла "а" получены в прибрежной зоне северной части Аравийского моря и у южной оконечности п-ва Индостан в районе Кочина, где отмечен подъем глубинных вод.

Л и т е р а т у р а

Б е л о г о р с к а я Е.В. Содержание хлорофилла в планктоне Красного моря и Аденского залива. - В кн.: Биология и распределение планктона южных морей. "Наука", М., 1967.

Б е л о г о р с к а я Е.В., К о н д р а т ь е в а Т.М. Распределение фитопланктона в Черном море.-В кн.:Исследования планктона Черного и Азовского морей. Сер."Биология моря", "Наукова думка", К.,1965.

В и н б е р г Г.Г. Первичная продукция водоемов, Изд-во АН БССР, Минск, 1960.

Ж и д к о в В.Г., П а с т у х о в А.Ф., К и р ь х и - н а И.М. О циркуляции вод Аравийского моря в период смены муссонов. - В кн.: Исследования в сев.-зап. части Индийского океана. Экспресс-информация МГИ АН УССР, 6, 1967.

З а и к а В.Е., Г о р д и н а А.Д., К о в а л е в а Т.М., К у з ь м е н к о Л.В. Предварительные итоги биологических исследований в 19 рейсе НИС "Михаил Ломоносов".-В кн.: Исследования в сев.-зап. части Индийского океана. Экспресс-информация МГИ АН УССР, 6, 1967.

М о р о з о в а - В о д я н и ц к а я Н.В. Фитопланктон Черного моря. Ч.1. - В кн.: Тр.Севастоп.биол.ст., 6, 1948.

М о р о з о в а - В о д я н и ц к а я Н.В.Фитопланктон Черного моря. Ч.П. - В кн.: Тр.Севастоп.биол.ст., 8, 1954.

Н е у й м и н Г.Г., А г а ф о н о в Е.А., С о р о к и - н а Н.Н. О распределении взвесей в водах Аравийского моря. - В кн.: Исследования в сев.-зап. части Индийского океана. Экспресс-информация МГИ АН УССР, 6, 1967.

П и ц ы к Г.К. О количественном развитии и горизонтальном распределении фитопланктона в западной половине Черного моря. - В кн.: Тр.АзЧерНИРО, 14, 1950.

П и ц ы к Г.К. О количестве, составе и распределении фитопланктона в Черном море. - В кн.: Тр.ВНИРО, 28, 1954.

П а р а н и ч е в Л.Г., Б е л ь к о в а О.М., К о в е ш - н и к о в Л.А. Основные черты гидрологического режима Аравийского моря. - В кн.: Исследования в сев.-зап. части Индийского океана. Экспресс-информация МГИ АН УССР, 6, 1967.

С м и р н о в Э.В., Д а н и л е н к о А.Ф., Х л ы с - т о в А.З. Некоторые результаты гидрохимических работ в сев.-зап. части Индийского океана. - В кн.: Исследования в сев.-зап. части Индийского океана. Экспресс-информация МГИ АН УССР, 6, 1967.

Determination of photosynthetic pigments in sea-water. - Unesco, 1966.

H u m p h r e y G.K. The concentration of chlorophylls "a" and "c" in the south-east Indian ocean. - Austr. J. Mar. and Freshwat. Res., 17, 2, 1966.

M a r g a l e f f R. Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur productive, composition, taxonomique et propriétés dynamiques des populations. - Comm. intern. Explor. sci. Mer. Medit., Rapp. verb., 15, 2, 1960.

R i c h a r d s F.A., T o m p s o n T.G. The estimation and characterization of plankton populations by pigments analyses. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigment. - J. Marine Res., 11, 2, 1952.

К БИОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КРАСНОГО МОРЯ

Л.А.Ланская

При расчетах биологической продуктивности водоемов одним из важных элементов являются данные по темпу деления массовых форм фитопланктона. В течение последнего времени получены