

Г. К. ПИЦЫК

О КОЛИЧЕСТВЕННОМ РАЗВИТИИ И ГОРИЗОНТАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФИТОПЛАНКТОНА В ЗАПАДНОЙ ПОЛОВИНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

(предварительное сообщение)

Введение

Долгое время господствовал взгляд, что биологическая продуктивность Черного моря очень низка. Это нашло свое отражение и в практике. Считалось, что добывающий рыбный промысел в Черном море перспектив не имеет.

Водяницкий (1937, 1941), основываясь на накопленных сведениях о Черном море, поставил вопрос о необходимости пересмотра укоренившегося мнения о низкой продуктивности этого водоема. Биогенных элементов, на базе которых развивается обильный фитопланктон, оказалось в Черном море не меньше, чем в других морях. Фитопланктон — один из основных источников первичной продукции органического вещества, первое звено в пищевых ресурсах моря, основа жизни последнего, достигает в ряде районов Черного моря, как это доказано советскими исследователями, обильного развития.

Усачев (1928) первый установил, что северо-западная часть Черного моря отличается исключительным богатством фитопланктона. В районе Одессы численность фитопланктона достигает 5 млрд клеток в 1 м^3 . Этот район немногим уступает даже Азовскому морю, которое по продуктивности фитопланктона является уникалом среди всех других морей.

Позже еще более высокое развитие фитопланктона было установлено также и в других районах Черного моря. Морозова-Водяницкая (1940, 1948) указывает, что в Севастопольской бухте количество его осенью, зимой и весной, при расцвете диатомовых, достигает 30 млрд. клеток (до 12 г в 1 м^3).

Для Новороссийской бухты так же, как и для Севастопольской характерно обилие фитопланктона и „цветение“ моря.

В районе Батуми Никитин (1939) получил более низкую цифру — всего около 40 тыс. экз. в 1 м^3 , т. е. в сотни и тысячи раз меньше, чем в других районах. Это объясняется главным образом тем, что сборы Никитин производил планктонной сеткой Нансена, (газ № 18).

Так как такая сетка улавливает, как это установлено Морозовой-Водяницкой (1940), не более 0,1% действительного количества микропланктонных диатомей, находящихся в облавливаемом столбе воды, и пропускает почти весь наннопланктон, то и для Батумской бухты должно быть характерно высокое развитие фитопланктона. Подтвердила это Морозова-Водяницкая (1940), применившая для района Батуми осадочный метод. В сентябре 1939 г. количество фитопланктона оказалось здесь не меньшим, чем для того же месяца в Севастопольской бухте, а именно около 50 млн. клеток в 1 м³.

Обилие фитопланктона наблюдается не только в бухтах и заливах, но и в ряде других районов Черного моря. Малятский (1940) в мае—июне 1939 г. обнаружил большое количество фитопланктона на участке, прилегающем к Керченскому проливу, а также в прибрежной зоне между Новороссийском и Туапсе. Оно достигало 200 мг в 1 м³.

В августе 1939 г., по данным Малятского, мощное развитие фитопланктона в северо-восточной части Черного моря наблюдалось как вблизи берегов, так и вдали от них. Однако наибольшие скопления его были попрежнему у входа в Керченский пролив (662 мг в 1 м³) и между Новороссийском и Туапсе (475 мг в 1 м³).

Значительного количества достигает фитопланктон, как это установлено Морозовой-Водяницкой, также в прибрежье Севастополя, у южных и юго-восточных берегов Крыма. Однако его здесь гораздо меньше, чем в бухтах.

На основании своих исследований и других данных Морозова-Водяницкая (1948) пришла к выводу, что „Черное море (в неритической области) не может считаться бедным в отношении продуктивности фитопланктона“. Достаточное его количество здесь обеспечивает обильное развитие зоопланктона, который, являясь основной пищей многих рыб, „обуславливает нормальную биологическую продуктивность Черного моря“.

Что касается открытых частей Черного моря, то здесь фитопланктон в количественном отношении изучен менее. По указанному вопросу имеются некоторые сведения в работах Усачева (1928), Малятского (1940) и Морозовой-Водяницкой (1940, 1948). Согласно данным Усачева, полученным им еще во время Азовско-Черноморской экспедиции Н. М. Книповича, количество фитопланктона в открытой части Черного моря во много раз меньше, чем у берегов, а тем более в заливах и бухтах, и в 3—5 тысяч раз меньше, чем в Азовском море.

Малятский для мая—июня 1939 г. приводит данные, показывающие, что чем дальше от Керченского пролива и Кавказских берегов вглубь моря, тем количество фитопланктона меньше. В центральной части моря против Южного берега Крыма он достигает минимума. В августе же открытая часть моря изобиловала фитопланктоном, немногим уступая предпроливному району и Кавказскому побережью. По Морозовой-Водяницкой, летом (июль 1938 г.) в 25 милях от Южного берега Крыма фитопланктона было больше, чем в 10 милях, и значительно больше, чем в прибрежной зоне (в двух милях от берега). Если в прибрежье в верхнем 25-метровом слое его насчитывалось округленно 4,6 млн. клеток в 1 м³, то в 10 милях от берега он составлял 7,1 млн., а в 25 милях—10,1 млн. клеток.

Не была бедна открытая часть моря сравнительно с прибрежной и осенью (октябрь 1938). В прибрежье в том же слое численность фитопланктона составляла немногим больше 9,5 млн. клеток в 1 м³,

в то время как в 10—25 милях от берега она достигала 16—17 млн. клеток в том же объеме воды.

Значительного обилия, по данным того же автора, достигает фитопланктон в открытой части моря вблизи Севастополя (5,5—27,6 млн. клеток в 1 м³) и в юго-восточной части Черного моря (на разных горизонтах от поверхности до 50-метровой глубины количество клеток колеблется здесь в пределах 12,5—98,0 млн. в 1 м³).

Этим и ограничиваются сведения о количественном развитии фитопланктона в открытых частях Черного моря.

Цель наших исследований, с одной стороны, пополнить эти сведения, ускорить решение большой и важной проблемы общей биологической продуктивности Черного моря, с другой стороны, установить зависимость между распределением фитопланктона и животных обитателей моря, в первую очередь пелагических рыб.

В настоящей статье мы приводим, в виде предварительного сообщения, некоторые данные о количественном развитии фитопланктона и его горизонтальном распределении в западной половине моря.

Материал и методика

Материалы, положенные в основу статьи, были собраны в западной половине Черного моря с 22 августа по 13 сентября 1948 года¹.

Сбор их производился с экспедиционного судна „Академик Зернов“. Всего в августовско-сентябрьском рейсе было сделано 4 разреза (рис. 1).

Разрез 1-й. Ялта—Мидье, длиной 230 миль, состоящий из 9 станций. На станции 1, расположенной в непосредственной близости от крымских берегов, сборы были произведены 22 августа. Но затем вследствие 6-балльного северо-западного ветра работы прекратились и судно возвратилось в Ялту. На остальных 8 станциях работы были выполнены несколько дней спустя—26—28 августа.

Разрез 2-й. От Южного берега Крыма к Одессе на северо-запад, длиной 135 миль, состоящий из 6 станций. Работы проводились 2—3 сентября.

Разрез 3-й. От Одессы на юг до траверса о. Фидониси, длиной 65 миль, с 3 станциями (одна вошла в предыдущий разрез). Работа проведена 11 сентября.

Разрез 4-й. От траверса о. Фидониси на юго-восток к Кемпере, длиной 135 миль, состоящий из 6 станций (одна из них вошла в предыдущий разрез). Сборы на этом разрезе были проведены 11—13 сентября.

Особый интерес представляет разрез Ялта—Мидье, так как он охватывает не изученные в отношении количественного развития фитопланктона районы.

Сборы производились батометром системы Нансена. На глубинах, превышающих 100 метров, материал брался с горизонтов 0, 10, 25, 50, 75 и 100 м, т. е. только в том слое воды, в котором, по данным предыдущих исследований, сосредоточена основная масса фитопланктона. Пробы брались в литровые (реже в 0,75-литровые) склянки и тут же фиксировались нейтрализованным формалином до явного запаха. Всего августовско-сентябрьским рейсом было собрано 118 проб (на 22 станциях).

¹ В восточной половине Черного моря исследования фитопланктона проводятся, по плану Черноморской экспедиции, Севастопольской биологической станцией Академии наук СССР—Н. В. Морозовой-Водяницкой.

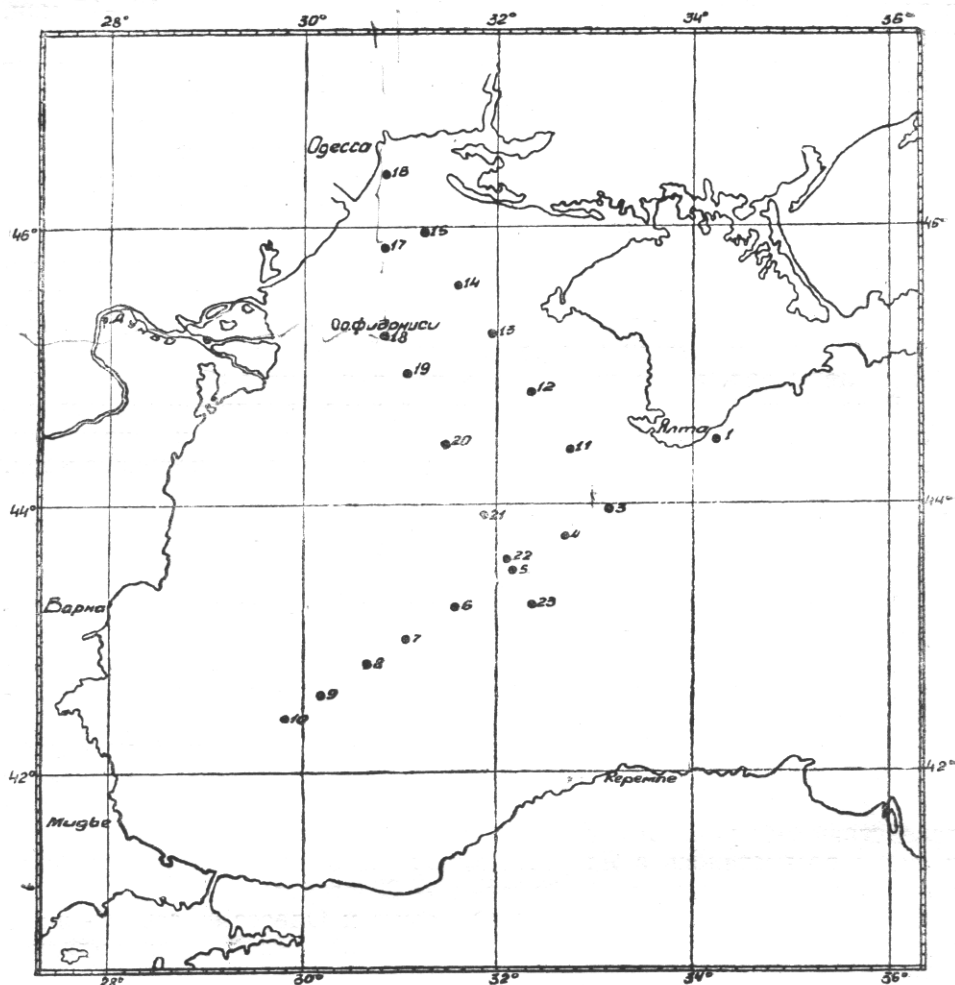


Рис. 1. Схема расположения станций экспедиционного судна „Академик Зернов“ 22/VIII—13/IX 1948 г.

Техническая обработка материала проводилась осадочным методом. Пробы 2—3 недели отстаивались и затем путем отсасывания доводились до объема в 20—25 см³.

Организмы просчитывались, как правило, в двух порциях, взятых поршневой пипеткой емкостью в 0,1 см³. Просчет велся на счетной пластинке, подряд во всех квадратах. Результаты подсчетов переводились на 1 м³ воды, и путем умножения полученных цифр на средние веса черноморских форм фитопланктона определялась его биомасса. Средние веса черноморских форм определены автором статьи. Для этого были произведены измерения более 2000 организмов и выведены средние размеры всех встречаемых форм. Приравнивая их к тем или иным геометрическим фигурам или к сочетанию этих фигур, мы определили расчетным способом средние объемы этих форм, а приняв удельный вес их за единицу, получили и средние их веса.

Из-за трудоемкости работ по просчету организмов, обилия собираемых Черноморской экспедицией материалов мы не имели возможности обработать все пробы по горизонтам. Поэтому обрабатывали их следующим методом. Для суждения о вертикальном распределении фитопланктона мы ограничивались обработкой материала со всех горизонтов лишь по части станций (20—25%) каждого рейса, но с таким расчетом, чтобы эти станции охватывали весь исследуемый участок моря. Все остальные пробы, в зависимости от вертикального распределения фитопланктона, установленного выборочным путем в период наблюдения, сливались с нескольких, близких между собой и по количеству и по составу фитопланктона, горизонтов вместе.

Материалы, положенные в основу данной статьи, обработаны по всем горизонтам лишь с 6 станций, расположенных главным образом по основному разрезу Ялта—Мидье. Установив, что в августе—сентябре основная масса фитопланктона была сконцентрирована чаще всего в верхнем 25-метровом слое, пробы по остальным пятнадцати станциям сливались в одну банку с трех верхних горизонтов 0, 10 и 25 м. В другую банку—со всех остальных горизонтов. После этого уже в смешанных пробах просчитывались организмы. Метод частичного осреднения снижает полноту и ценность данных по вертикальному распределению фитопланктона, но зато позволяет расширить исследования, направленные на установление горизонтального распределения планктона. А эти данные представляют особую ценность. Они позволяют решить такие практически важные вопросы, как определение районов, мощности и сроков концентрации рыб и других промысловых животных.

В этой статье мы приводим данные, как о биомассе фитопланктона, так и о его численности.

Приведение последних необходимо как для сопоставления их с предыдущими, так и для того, чтобы дать более полное представление о мощности развития фитопланктона, о его густоте, о кормовых возможностях водоема.

Горизонтальное распределение биомассы и численности фитопланктона

Рассмотрим количественное развитие и распределение фитопланктона по каждому из основных разрезов в отдельности, сопоставив затем основные данные по этим разрезам между собой. По разрезу Ялта—Мидье даются средние величины биомассы и численности фитопланктона в 1 м³ для всего исследуемого слоя 0—100 м. По другим разрезам, проходящим, в основном, по северо-западному мелководью, данные приводятся для слоя 0—25 м.

Разрез Ялта—Мидье. Наши исследования показали (табл. 1, рис. 2), что летом по разрезу Ялта—Мидье средняя биомасса фитопланктона в слое 0—100 м колеблется в различных участках моря от 41 до 152 мг, а численность от 7626 тыс. до 15426 тыс. клеток в 1 м³. В среднем же по разрезу биомасса фитопланктона составляет, округленно, 77 мг в 1 м³, при численности клеток 11392 тыс. в том же объеме воды.

Таблица 1

Распределение фитопланктона по разрезу Ялта—Мидье 22—28/VIII-1948 г. в слое 0—100 м (среднее для горизонтов 0, 10, 25, 50, 75 и 100 м: верхняя строка — мг на 1 м³, нижняя строка — численность клеток в тыс. на 1 м³)

Наименование групп и форм	С т а н ц и и									Среднее
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Dinoflagellata</i>										
<i>Exuviaella cordata</i>	1,7 1125	1,8 1166	1,3 875	4,1 2700	7,0 4625	8,7 5921	1,7 1125	2,4 1606	2,1 1438	
<i>Exuviaella compressa</i>	3,9 300	7,0 542	1,6 125	8,1 625	10,5 813	1,7 146	4,9 375	4,7 357	— —	
<i>Glenodinium</i> и <i>Gymnodinium</i> (все виды)	1,6 1200	2,0 646	1,3 1062	1,9 450	10,5 4875	2,5 833	2,5 1063	1,8 849	2,1 1500	
<i>Peridinium</i> (все виды)	3,1 225	9,7 208	6,2 1750	6,1 275	23,4 1487	5,0 550	8,1 1500	6,3 1329	4,2 437	
<i>Ceratium furca</i>	— —	2,0 63	— —	3,2 100	10,1 312	0,7 21	2,0 63	1,3 42	— —	
<i>Ceratium fusus</i>	1,6 25	9,3 146	— —	4,8 75	8,0 125	— —	— —	— —	4,0 63	
<i>Ceratium tripos</i>	— —	7,5 21	22,5 63	— —	45,0 125	7,5 21	— —	7,5 21	— —	
<i>Phalacroma rudgei</i>	— —	0,4 21	— —	1,0 50	5,0 250	0,4 21	— —	— —	0,5 62	
<i>Dinophysis</i> (все виды)	— —	— —	— —	1,8 25	2,8 125	1,7 42	— —	0,3 21	— —	
<i>Protoceratium reticulatum</i>	— —	0,3 21	— —	— —	1,2 63	— —	— —	— —	0,6 188	
<i>Pyrophacus horologicum</i>	— —	— —	— —	— —	— —	2,4 42	— —	— —	— —	
Итого	11,9 2875	40,0 2834	32,9 3875	31,0 4300	123,5 12800	30,6 7597	19,2 4126	24,3 4225	13,5 3688	36,3 5147

Наименование групп и форм	С т а н ц и и									Среднее
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Diatomeae</i>										
Thalassiosira nana	3,2 6024	5,7 9875	1,2 1938	1,9 3275	0,8 1312	1,5 2646	0,9 1500	3,6 6377	0,9 1563	
Rhizosolenia calcar avis	25,2 150	28,0 166	21,0 125	37,8 225	21,0 125	10,5 62	— —	7,0 43	21,0 125	
Thalassionema nitzschioides	0,2 400	0,1 166	0,1 312	0,02 50	0,1 187	0,02 42	0,1 312	— —	0,05 125	
Rhizosolenia alata	4,4 225	8,8 460	4,9 250	0,5 25	— —	0,8 42	— —	— —	— —	
Chaetoceras (все виды)	0,9 400	0,6 208	1,2 375	— —	— —	0,1 21	— —	0,2 62	— —	
Coscinodiscus „	60,4 250	0,8 42	3,6 63	— —	3,5 63	0,2 21	1,9 63	— —	— —	
Thalassiosira decipiens	0,3 100	0,1 21	— —	— —	— —	0,1 42	1,6 313	0,5 111	0,6 125	
Navicula sp. sp.	0,02 100	0,03 21	— —	0,004 25	0,05 63	— —	— —	— —	— —	
Diploneis „	— —	0,8 42	— —	0,1 25	— —	— —	— —	— —	— —	
Cerataulina velifera	0,5 25	0,5 21	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
Melosira sp.	0,1 25	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
Nitzschia sp.	0,02 75	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
Campilodiscus sp.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	0,6 21	— —	
Skeletonema costatum	— —	— —	— —	0,001 500	— —	— —	— —	— —	— —	
Итого	95,2 7774	45,4 11022	32,0 3063	40,3 4125	25,4 1750	13,2 2876	4,5 2188	11,9 6614	22,5 1938	32,3 4595

Наименование групп и форм	С т а н ц и и									Среднее
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Silicoflagellatae</i>										
Hermesinum adriaticum	9,2 1100	4,2 521	1,6 188	6,9 825	1,5 188	1,1 250	1,0 125	1,4 272	— —	
Distephanus speculum	0,5 75	1,0 187	— —	— —	1,1 250	— —	0,8 188	0,7 158	— —	
Итого	9,7 1175	5,2 708	1,6 188	6,9 825	2,6 438	1,1 250	1,8 313	2,1 320	— —	3,4 469
Прочие (споры, мелкие жгу- тиковые и другие водоросли)	0,9 115	1,1 250	2,9 500	3,3 1160	0,4 438	3,2 1159	15,7 2375	5,6 1882	10,8 2750	4,8 1181
Всего фитопланктона в 1 м³ воды	117,1 11939	91,7 14814	69,4 7626	81,5 10410	151,9 15426	48,1 11882	41,1 9002	43,9 13052	46,8 8376	76,8 11392

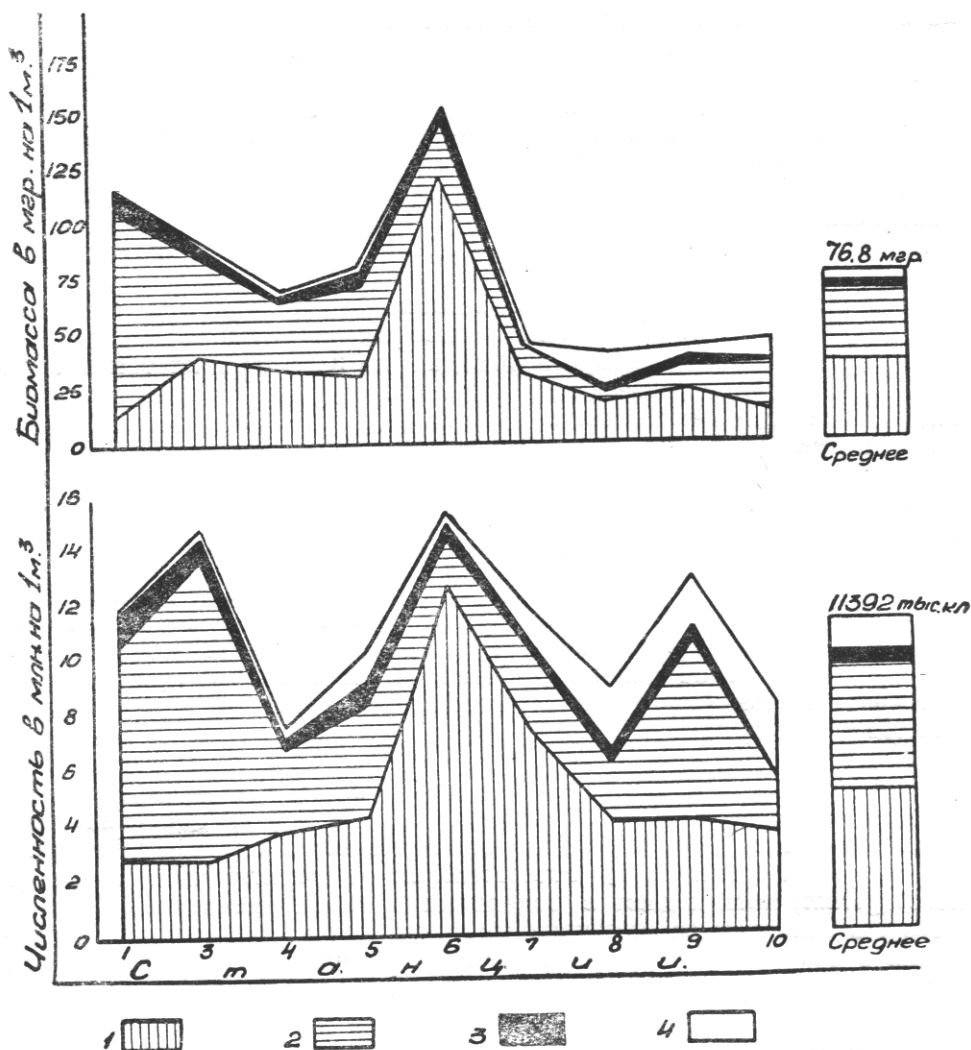


Рис. 2. Распределение фитопланктона по разрезу Ялта—Мидье в слое 0—100 м 22-28/VIII 1948 г. 1—Dinoflagellata, 2—Diatomeae, 3—Silicoflagellatae, 4—прочие (споры, мелкие жгутиковые, другие водоросли).

Из приведенной таблицы 1 и рис. 2 видно, что фитопланктон по разрезу распределен неравномерно. Сравнительно богатые фитопланктоном районы имеются как вблизи берегов, так и в отдалении от них. Иногда центральная часть моря бывает продуктивнее прибрежных районов. Так, в 120 милях от крымских берегов (ст. 6) общая биомасса фитопланктона достигает 152 мг, а численность более 15 млн. клеток в 1 м³, в то время как в 10 милях от берега (ст. 1) биомасса составляет 117 мг при 11 млн. клеток в том же объеме воды. Богатым является также пункт, находящийся в 40 милях от берега (ст. 3), и предпоследняя по разрезу станция № 9. Если в этих двух пунктах, особенно в последнем, биомасса и невелика, то объясняется это тем, что здесь преобладают мельчайшие наннопланктонные формы. Крупных форм мало.

Более высокую численность фитопланктона в открытом море про-

тив Южного берега Крыма, сравнительно с прибрежными районами, наблюдала в июне и в сентябре 1938 г. и Морозова-Водяницкая (1940).

Рассмотрение фитопланктона по группам показывает, что для некоторых форм характерны совершенно определенные участки моря, другие же распределяются пятнисто на всей исследуемой акватории.

Так, в группе *Dinoflagellata* — одной из основных в летнем планктоне — ярко выражена тенденция постоянного и неуклонного увеличения биомассы и числа клеток по направлению от берегов центральной части моря. У крымских берегов они насчитываются в минимальных количествах (2834—2875 тыс. в 1 м³). Дальше по разрезу количество их постепенно увеличивается и достигает максимума в центральной части моря, в 120 милях от берега (12 800 тыс.) К западным берегам численность динофлагеллят снова снижается и на последней станции разреза доходит до 3368 тыс. клеток в 1 м³.

Такое распределение динофлагеллят определяют в основном организмы, имеющие наибольшую питательную ценность для зоопланктона, а через него, следовательно, и для многих планктоноядных рыб. На первом месте среди этих организмов стоит *Exuviaella cordata*. Количественное распределение этого вида по разрезу аналогично распределению всех динофлагеллят. Разница только в том, что, постепенно увеличиваясь от крымских берегов в открытое море, он достигает особенно большого количества в 145 милях от берега (ст. 7), в районе халистатики. Из рассматриваемой группы, в составе тех же наиболее ценных кормовых организмов, большой удельный вес в летнем планктоне занимают также *Glenodinium* и *Gymnodinium* (большей частью мельчайшие формы), мелкие *Peridinium* и отчасти *Exuviaella compressa*. Они встречаются на всех станциях и вблизи берегов, и далеко в открытое море. В отдельных районах (ст. 1, 4, 6) *Glenodinium*, с небольшой примесью *Gymnodinium*, даже многочисленнее, чем *Exuviaella cordata*. Другие виды динофлагеллят (*Ceratium fusus*, *C. furca*, *C. tripos*, *Phalacroma rudgei*, *Dinophysis caudata*, *D. acuminata*, *Protoceratium reticulatum* и *Pyrophacus horologicum*) хотя и дают в отдельных пунктах значительную биомассу, в основном за счет крупных форм, однако существенного значения в количественном отношении они не имеют. Следует заметить также, что ни один из них, кроме *Ceratium fusus*, не был встречен в осадочных пробах, взятых в ближайшем к берегам районе. Все они большей частью разорванными, разобщенными ареалами были представлены только в открытом море.

В группе *Diatomeae* — второй из основных в летнем планктоне — наблюдается иная картина. По биомассе они наиболее богато представлены ближе к берегам, как к крымским, так и в меньшей мере к западным. Если же учесть, что последняя станция разреза (№ 10) находится в большом удалении от западного берега, то придется допустить, что биомасса диатомовых у западных берегов моря должна быть не меньше, чем у крымского побережья. Минимальную биомассу рассматриваемая группа дает, постепенно снижаясь от берегов, в районе станции 8.

Что же касается численности диатомовых, то в их распределении наблюдается некоторая пятнистость. Однако более богатыми оказываются все же участки, расположенные ближе к берегу. Минимальная численность их отмечена в центральной части моря, в районе станции № 6.

Среди рассматриваемой группы преобладающей по численности в летнем планктоне является недавно обнаруженная в Черном море

очень мелкая форма *Thalassiosira nana*. Эта форма впервые, без указания видового названия, в колоссальных количествах была отмечена Усачевым в северо-западной части моря во время экспедиции Книповича. Позже она в массе была встречена Морозовой-Водяницкой в Севастопольской бухте, давая здесь в разные сезоны от 200 тыс. до 30 млн. клеток в 1 м^3 . В холодное время года она достигает наибольшего развития. По нашим данным, эта мельчайшая форма *Thalassiosira* была представлена в планктоне в огромных количествах (от 1,3 до 9,9 млн. клеток в 1 м^3), доминировала над всеми остальными диатомеями как вблизи берегов, так и во всех участках открытого моря. Однако в наибольших количествах она отмечена все же ближе к берегам (6—9,9 млн. в 1 м^3).

Немалый удельный вес в летнем планктоне, особенно по биомассе, имели также *Rhizosolenia calcar avis*, *Coscinodiscus*, *Rhizosolenia alata*, *Chaetoceras curvisetus*, *Ch. radians* и др.

Первая из этих форм, а также *Thalassionema nitzschioides*, в том или ином количестве встречались почти на всех станциях. Для *Chaetoceras curvisetus*, *Ch. radians* и *Rhizosolenia alata* выражено снижение численности от берегов в открытое море, а большинство крупных *Coscinodiscus*, *Melosira*, *Cerataulina velifera* и *Nitzschia* наблюдались только на ближайшей к берегу станции.

Silicoflagellatae, по сравнению с динофлагеллятами и диатомовыми, в Черном море вообще малочисленны. Однако по нашим данным, в первой половине разреза, вблизи от крымских берегов, они достигают значительного развития (более 1 млн. клеток в 1 м^3). Преобладающей в летнем планктоне среди силикофлагеллят является *Hermesinum adriaticum*. Второй представитель этой группы — *Distephanus speculum* в силу своей малочисленности существенного значения в планктоне не имеет. Он обнаруживался главным образом в глубоких, холодных слоях воды.

Наконец, несколько замечаний о последней группе, имеющей некоторое значение в летнем планктоне, — о мелких жгутиковых, спорах и неопределенных водорослях. Все они нами объединены в группу прочих. Организмам, входящим в состав этой группы, особенно мелким жгутиковым, при обильном их развитии принадлежит немаловажная роль в пищевых взаимоотношениях фито- и зоопланктона. Многие из них имеют округлые очертания, лишены скелетных образований, имеют тонкую оболочку, а нередко ее совсем нет. Поэтому они более доступны, чем многие диатомеи, для захватывания зоопланктерами, особенно их мелкими личинками.

В отличие от диатомовых и силикофлагеллят, эта группа, так же как и динофлагелляты, дает неуклонное повышение биомассы и численности от берегов в открытое море. По сравнению с динофлагеллятами разница в распределении их состоит в том, что если первые максимального развития достигают в центральной части моря, то мелкие жгутиковые и споры — ближе к западным берегам. Численность организмов рассматриваемой группы с 115 тыс. клеток в 1 м^3 у крымских берегов увеличивается до 2750 тыс. в районе станции № 10.

Из таблицы 2 видно, что преобладают в летнем планктоне динофлагелляты и диатомовые. На первом месте как по биомассе, так и по численности стоят динофлагелляты. Удельный вес других групп незначителен.

Иная картина получается при рассмотрении фитопланктона по районам. Вблизи крымских берегов диатомовые, особенно по биомассе,

Таблица 2

Соотношение основных групп фитопланктона по разрезу Ялта—Мидье 22—28. VIII-1948 г. в слое 0—100 м (среднее для горизонтов 0, 10, 25, 50, 75 и 100 м: верхняя строка — % по биомассе, нижняя строка — % по численности клеток)

Наименование групп	Станции									Сред- нее
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Dinoflagellata</i> . .	10,2 24,1	43,6 19,1	47,4 50,7	38,0 41,3	81,3 82,9	63,6 63,9	46,7 45,8	55,4 32,4	28,8 43,9	47,4 45,2
<i>Diatomeae</i>	81,3 65,1	49,5 74,5	46,1 40,2	49,5 39,7	16,7 11,5	27,4 24,2	11,0 24,3	27,0 50,7	48,1 23,2	42,1 40,4
<i>Silicoflagellatae</i> .	8,3 9,9	5,7 4,7	2,3 2,5	8,5 7,9	1,7 2,8	2,3 2,1	4,4 3,5	4,8 2,5	— —	4,3 4,1
<i>Прочие (споры, мелкие жгутико- вые и другие во- доросли).</i> . . .	0,2 0,9	1,2 1,7	4,2 6,6	4,0 11,1	0,3 2,8	6,7 9,8	37,9 26,4	12,8 14,4	23,1 32,9	6,2 10,3

значительно преобладают над динофлагеллятами (81,3% против 10,2%).

Далее в открытое море соотношение руководящих групп заметно меняется, и уже в 70—90 милях от берега (ст. 4, 5) процент их почти уравнивается.

В центральной части моря, начиная примерно с 120 миль от крымских берегов (с 6-й станции) и до конца разреза, динофлагелляты преобладают над диатомовыми. Исключение составляет только одна станция (№ 9), где диатомовых больше. Преобладание их на этой станции вызвано интенсивным развитием *Thalassiosira nana*. Что касается последней станции разреза (№ 10), на которой диатомовые по биомассе составляют больший процент, чем динофлагелляты, то это объясняется попаданием в сборы крупной диатомеи — *Rhizosolenia calcar avis*. Правда, встречается она здесь в единичных экземплярах. Сильное преобладание динофлагеллят над диатомовыми отмечено на 6-й станции: 81,3—82,9% против 11,5—16,7% диатомовых. От этой станции к западным берегам Черного моря, примерно так же, как и к крымским берегам, удельный вес их в планктоне постепенно снижается. Можно допустить, что в непосредственной близости от западных берегов удельный вес динофлагеллят был так же незначителен, как и у крымских берегов.

Силикофлагелляты, споры разных водорослей и мелкие жгутиковые в количественном отношении занимают незначительную часть в летнем фитопланктоне. Первые составляют более или менее заметный процент, главным образом, ближе к крымским берегам, преимущественно за счет *Hermesinum adriaticum*. Удельный же вес в планктоне мелких жгутиковых и спор с десятых долей процента у крымских берегов сильно возрастает в открытом море и достигает более 20—30% в конце разреза (на ст. 8 и 10). Здесь эти организмы по численности, а на одной станции и по биомассе (за счет крупных спор), значительно преобладают даже над диатомовыми.

Итак, мы приходим к выводу, что по разрезу Ялта—Мидье наиболее богатыми, как по биомассе, так и по численности фитопланктона, являются два основных района: 1) центральная часть моря вблизи халистатики и 2) крымский район, простирающийся в откры-

тое море на 40—50 миль. В первом районе преобладают над всеми остальными водорослями динофлагеллаты, во втором — диатомовые.

По численности фитопланктона можно выделить еще и третий, сравнительно богатый район, находящийся в удалении от крымских берегов примерно на 200 миль. В нем большой удельный вес занимают мелкие диатомовые, динофлагеллаты и мельчайшие жгутиковые.

Однако кормность этих наиболее богатых в отношении фитопланктона районов, как следует полагать, далеко не одинакова. Это обусловливается различием состава фитопланктона, степенью мощности развития тех или иных организмов, преобладанием в планктоне более ценных или менее ценных в кормовом отношении объектов.

Морозова-Водяницкая (1948) и Миронов (1941) установили, что лимитирующим фактором для обильного развития зоопланктона, даже в весеннее время, при расцвете диатомовых, является не цветение последних, а массовое развитие динофлагеллат. Зоопланктон в Черном море питается в основном мелкими динофлагеллатами. Именно этой группе принадлежит первое место в пищевых взаимоотношениях фито- и зоопланктона. Исходя из всего этого, следует сделать вывод, что летом 1948 г. по разрезу Ялта—Мидье наиболее кормной была центральная часть моря, особенно вблизи халистатики, т. е. район обилия и значительного преобладания динофлагеллат. Каково положение в другие сезоны, в другие годы, установят дальнейшие исследования. Подтверждением нашего вывода служит, во-первых, то, что в центральной части моря, по Кусморской (1950), наблюдалось обильное развитие зоопланктона. Во-вторых, в том же районе (6—7 станции), по наблюдениям с экспедиционного судна „Ак. Зернов“, были отмечены особенно большие скопления дельфина. Последний, как выяснилось, держался там довольно продолжительное время (более полутора месяцев).

Разрез Южный берег Крыма—Одесса. Вдоль западного побережья Крыма наблюдается иное распределение фитопланктона (табл. 3, рис. 3, 4).

Таблица 3

Распределение фитопланктона по разрезу Южный берег Крыма—Одесса 2. IX. 1948 г. в слое 0—25 м (среднее для горизонтов 0, 10 и 25 м: верхняя строка—мг на 1 м³, нижняя строка—численность клеток в тыс. на 1 м³).

Наименование групп и форм	Станции						Среднее
	11	12	13	14	15	16	
<i>Dinoflagellata</i>							
<i>Exuviaella cordata</i>	1,3 875	1,8 1203	1,9 1250	2,4 1625	2,8 1875	1,9 1250	
<i>Exuviaella compressa</i>	1,6 125	2,6 208	6,5 500	6,5 500	3,2 250	1,6 125	
<i>Glenodinium</i> и <i>Gymnodinium</i> (все виды)	3,2 2375	2,1 1958	5,9 5000	1,6 250	2,2 750	6,7 1250	
<i>Peridinium</i> (все виды)	4,7 1500	11,2 4083	1,0 750	8,8 125	—	35,7 1050	
<i>Ceratium fusus</i>	—	5,3 8,3	8,0 125	40,0 625	32,0 500	112,0 1750	

Наименование групп и форм	Станции						Сред- нее
	11	12	13	14	15	16	
<i>Ceratium furca</i>	— —	8,0 850	— —	4,0 125	4,0 125	8,0 250	
<i>Dinophysis</i> (все виды)	— —	2,9 42	— —	— —	10,0 125	28,3 1000	
<i>Prorocentrum micans</i>	— —	— —	— —	— —	— —	10,5 750	
<i>Cochlodinium</i> sp.	— —	1,0 83	— —	— —	— —	— —	
Итого . .	10,8 4875	34,9 7915	23,3 7625	63,3 3250	54,2 3625	204,7 7425	65,2 5786
<i>Diatomeae</i>							
<i>Thalassiosira nana</i>	0,1 125	0,6 1000	2,4 3125	1,7 3000	1,0 1750	1,0 1750	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0,3 875	0,1 292	0,3 750	1,2 3375	35,0 10000	55,2 157750	
<i>Chaetoceras</i> (все виды)	1,9 625	4,2 2042	3,8 1250	6,4 2125	2,3 750	16,5 5500	
<i>Rhizosolenia calcar avis</i>	— —	14,0 83	— —	63,0 375	42,0 250	84,0 500	
<i>Coscinodiscus</i> (все виды)	11,7 375	4,1 167	2,4 125	— —	— —	2,6 250	
<i>Rhizosolenia alata</i>	— —	4,1 208	— —	— —	2,5 125	2,5 125	
<i>Thalassiosira decipiens</i>	— —	0,4 83	1,3 250	— —	0,7 125	— —	
<i>Synedra</i> sp.	— —	0,1 42	— —	— —	— —	— —	
Итого . .	14,0 2000	27,6 3917	10,2 5500	72,3 8875	83,5 103000	161,8 165875	61,6 48195
<i>Silicoflagellatae</i>							
<i>Hermesinum adriaticum</i>	2,1 250	10,5 1250	6,3 750	1,0 125	3,1 375	1,0 125	
<i>Distephanus speculum</i>	— —	0,5 125	0,5 125	0,5 125	— —	2,0 500	
Итого . .	2,1 250	11,0 1375	6,8 875	1,5 250	3,1 375	3,0 625	
<i>Суанопхусеае</i>							
<i>Aphanizomenon flos aquae</i>	— —	— —	— —	— —	— —	1,1 21000	0,2 3500
Прочие (споры, мелкие жгутиковые и другие водоросли)	12,3 1500	10,4 1000	2,6 1500	13,0 1250	0,1 125	17,8 1375	9,3 1125
Всего фитопланктона на 1 м³ воды	39,2 8625	84,0 14027	43,0 15750	150,1 13625	140,9 107125	387,3 196300	140,9 59273

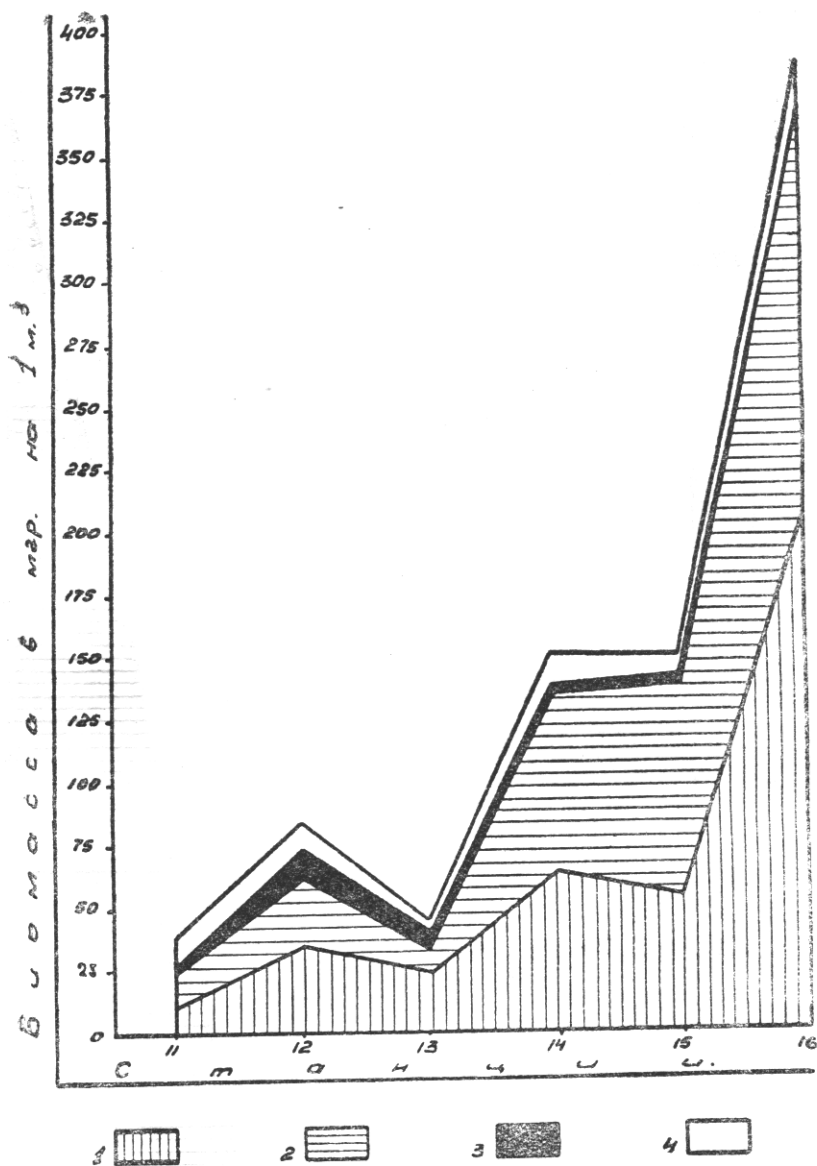


Рис. 3. Распределение фитопланктона (биомассы) по разрезу Южный берег Крыма—Одесса в слое 0—25 м 2/IX 1948 г.

Наиболее мелководные районы северо-западной части моря обильнее планктоном, чем участки, расположенные над глубинами от 50 м и больше. Если в открытом море и в более глубоководных частях северо-западного мелководья биомасса фитопланктона колеблется в пределах (кроме одной станции) от 39 до 84 мг, а численность от 8,6 до 15,7 млн. в 1 м³, то в наиболее мелководной части биомасса достигает 140 и даже 387 мг, а численность—196 млн. в том же объеме воды. Наибольшее количество фитопланктона наблюдается на самой мелководной станции разреза (ст. 16), где он в 5—10 раз по биомассе и в 12—20 раз по численности богаче, чем на более глубоких станциях (более 50 м).

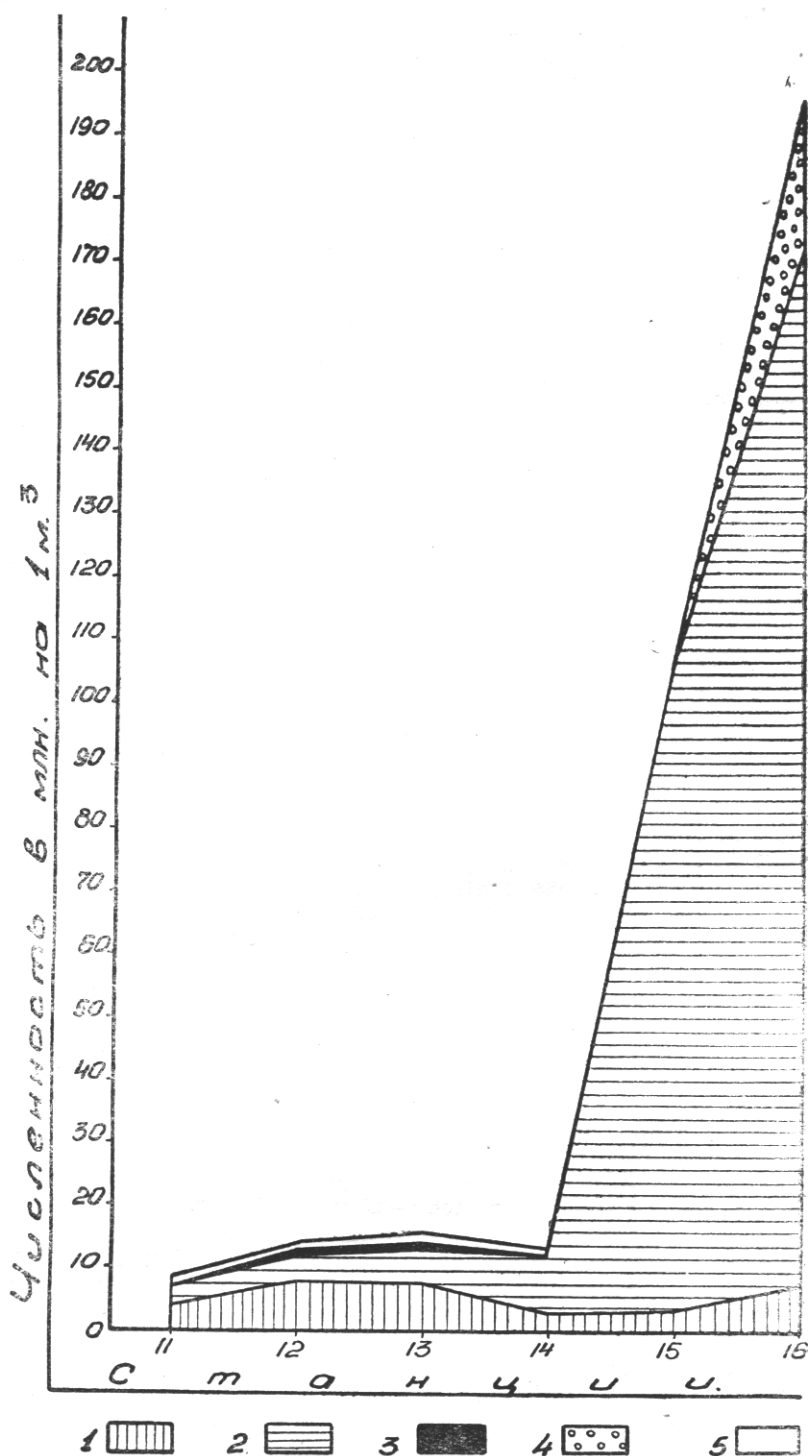


Рис. 4. Распределение фитопланктона (численность клеток) по разрезу Южный берег Крыма—Одесса в слое 0—25 м 2/IX 1948 г. 1 — *Dipoflagellata*; 2 — *Diatomeae*; 3 — *Silicoflagellatae*; 4 — *Cyanophyta*; 5 — прочие (споры, мелкие жгутиковые и другие водоросли).

Значительное увеличение биомассы фитопланктона в северо-западном мелководье дают обе основные группы: динофлагелляты и диатомовые, причем первые главным образом за счет *Ceratium fusus*, *Dinophysis acuminata* и крупных *Peridinium*, а вторые за счет *Thalassionema nitzschioides*, *Rhizosolenia calcar avis*, отчасти *Chaetoceras curvisetus*, *Ch. radians*. Что касается численности фитопланктонных организмов, то в этом отношении в распределении динофлагеллят в целом определенной связи с глубинами не обнаруживается. Они распределены неравномерно на протяжении всего разреза как в глубоководных, так и в мелководных его частях, давая в разных районах от 3,2 до 7,9 млн. клеток на 1 м³. По диатомовым же наблюдается увеличение численности от открытого моря к северо-западной мелководной его части. На двух последних станциях разреза (15 и 16) с минимальными глубинами численность диатомей в десятки раз больше, чем в более глубоких частях моря. Преобладающей среди диатомовых, определяющей распределение численности организмов всей группы и даже всего фитопланктона, является *Thalassionema nitzschioides*. Она преобладает главным образом в мелководье. Здесь ее в десятки и даже сотни раз больше, чем в глубоких частях моря.

На крайней северной станции в больших количествах особей, при незначительной биомассе, была встречена сине-зеленая водоросль *Aphanizomenon flos aquae*, что является результатом влияния вод берегового стока.

Таблица 4

Соотношение основных групп фитопланктона по разрезу Южный берег Крыма — Одесса 2.IX.1948 г. в слое 0—25 м (среднее для горизонтов 0, 10 и 25 м: верхняя строка — % по биомассе, нижняя строка — % по численности клеток).

Наименование групп	Станции					
	11	12	13	14	15	16
<i>Dinoflagellata</i>	27,6 56,7	41,7 55,7	54,2 48,4	42,2 23,9	38,5 3,3	52,9 3,8
<i>Diatomeae</i>	35,7 23,4	32,9 27,6	23,8 34,9	48,2 65,2	59,2 96,3	41,5 84,4
<i>Silicoflagellatae</i>	5,3 2,4	13,0 9,7	15,8 5,6	1,0 1,8	2,2 0,3	0,7 0,3
<i>Суанопхyceae</i>	— —	— —	— —	— —	— —	0,3 10,7
<i>Прочие</i>	31,4 17,5	12,4 7,0	6,2 11,1	8,6 9,1	0,1 0,1	4,6 0,8

Таблица 4 показывает, что в сравнительно глубоководных частях разреза динофлагелляты, как правило, преобладают над диатомовыми. Особенно рельефно это выражено по количеству клеток. В этом отношении динофлагелляты от 11-й до 13-й станции составляют 48,4—56,7% всех фитопланктонных организмов, в то время как процент диатомовых не превышает 23,4—34,9.

Противоположное соотношение основных групп наблюдается в мелководной части. Здесь удельный вес динофлагеллят по численности снижается до 23,9 и даже 3,3%, в то время как диатомовые составляют 65,2—96,3% всего фитопланктона. Доминирующая в мелководной части *Thalassionema nitzschioides* составляет 95—97% всех диатомовых и 80—93% всего фитопланктона.

Удельный вес других групп водорослей в планктоне, как правило, незначителен. Следует только заметить, что роль силикофлагеллят и каких-то крупных спор в более глубоких частях моря выше, чем в мелководной его части.

Разрезы Одесса—траверс Фидониси—Кемпере. По двум последним разрезам, охватывающим, так же как и предыдущий разрез, северо-западное мелководье и открытое море, фитопланктон в верхнем 25-метровом слое распределен довольно неравномерно (табл. 5, рис. 5). Существенного различия в биомассе фитопланктона мелководного и глубоководных районов не обнаруживается. То же примерно наблюдается и по численности его, хотя мелководная часть более продуктивна, чем другие участки моря (за счет *Thalassionema nitzschoides*).

Таблица 5

Распределение фитопланктона по разрезам Одесса—траверс Фидониси—Кемпере 11—13. IX. 1948 г. в слое 0—25 м (среднее для горизонтов 0, 10 и 25 м: верхняя строка — мг на 1 м³, нижняя строка — численность клеток в тыс. на 1 м³).

Наименование групп и форм	Станции							Среднее
	17	18	19	20	21	22	23	
<i>Dinoflagellata</i>								
<i>Exuviaella cordata</i>	1,5 1000	1,5 1000	1,5 1000	0,7 500	1,5 1000	2,3 1500	2,6 1750	
<i>Exuviaella compressa</i>	3,2 250	6,5 500	4,9 375	9,8 750	14,6 1125	8,1 625	16,2 1250	
<i>Glenodinium</i> и <i>Gymnodinium</i> (все виды)	6,4 1000	1,1 500	1,9 1000	1,7 750	8,5 1750	3,2 1250	3,5 3000	
<i>Ceratium fusus</i>	32,0 500	8,0 125	24,0 375	32,0 500	16,0 250	24,0 375	8,0 125	
<i>Peridinium</i> (все виды)	10,2 250	11,4 250	8,2 1000	7,0 500	—	2,1 375	7,2 1000	
<i>Ceratium furca</i>	4,0 125	12,0 375	12,0 375	16,1 500	—	—	8,0 250	
<i>Dinophysis</i> (все виды)	5,6 250	2,8 125	—	—	5,0 250	10,0 125	—	
<i>Prorocentrum micans</i>	3,5 250	1,8 125	1,8 125	3,5 250	—	—	—	
<i>Ceratium tripos</i>	—	—	—	—	—	—	45,0 125	
<i>Phalacroma rudgei</i>	—	—	—	—	—	—	5,1 250	
Итого . .	66,4 3625	45,1 3000	54,3 4250	70,8 3750	45,6 4375	49,7 4250	95,6 7750	61,1 4129

Наименование групп и форм	Станции							Сред- нее
	17	18	19	20	21	22	23	
<i>Diatomeae</i>								
Thalassiosira nana	0,9 1500	0,9 1500	0,6 1063	0,6 1000	0,7 1250	0,4 625	0,8 1375	
Thalassionema nitzschioides . .	6,3 18125	1,2 3500	1,0 2750	— —	0,6 1625	0,2 750	2,6 7500	
Chaetoceras (все виды)	8,4 2500	— —	1,0 250	— —	0,8 250	3,8 1250	3,0 1000	
Rhizosolenia alata	— —	2,5 125	— —	— —	10,0 500	10,0 500	2,5 125	
Rhizosolenia calcar avis	42,0 250	21,0 125	— —	— —	— —	10,5 63	— —	
Coscinodiscus (все виды)	3,8 125	7,5 250	— —	— —	— —	— —	— —	
Итого	61,4 22500	33,1 5500	2,6 4063	0,6 1000	12,1 3625	24,9 3188	8,9 10000	20,5 7125
<i>Silicoflagellatae</i>								
Hermesinum adriaticum	1,0 125	3,1 375	4,2 500	7,3 875	7,3 875	2,1 250	3,1 175	
Distephanus speculum	— —	— —	0,3 63	— —	— —	1,0 250	0,8 188	
Итого	1,0 125	3,1 375	4,5 563	7,3 875	7,3 875	3,1 500	3,9 563	4,3 554
<i>Chlorophyceae</i>								
Scenedesmus quadricauda	— —	— —	0,1 750	0,3 1750	— —	— —	— —	0,006 357
Прочие (споры, мелкие жгу- тиковые и другие водоросли)	3,0 375	4,1 500	3,7 563	25,6 2125	8,4 1000	14,1 1251	3,1 687	8,9 929
Всего фитопланктона в 1 м³ воды	131,8 26625	85,4 9375	65,2 10189	104,6 9500	73,4 9875	91,8 9189	111,5 19000	94,8 13394

Это малое различие количества фитопланктона в мелководье и на глубинах по разрезам Одесса—траверс Фидониси—Кемпере является, вероятно, следствием усилившихся сгонных ветров и отмирания и опускания в нижние слои *Thalassionema nitzschioides* и отчасти *Rhizosolenia calcar avis*. Если эти формы, и особенно *Thalassionema*, по разрезу Южный берег Крыма—Одесса были сконцентрированы большей частью в верхних горизонтах, то полторы недели спустя, при исследовании на двух последних разрезах, они встречались в нижних горизонтах, нередко у самого дна.

По величине биомассы во всех участках этих разрезов, особенно в глубоководных, динофлагеллаты значительно преобладают над диатомовыми (табл. 6). Исключением является станция, расположенная

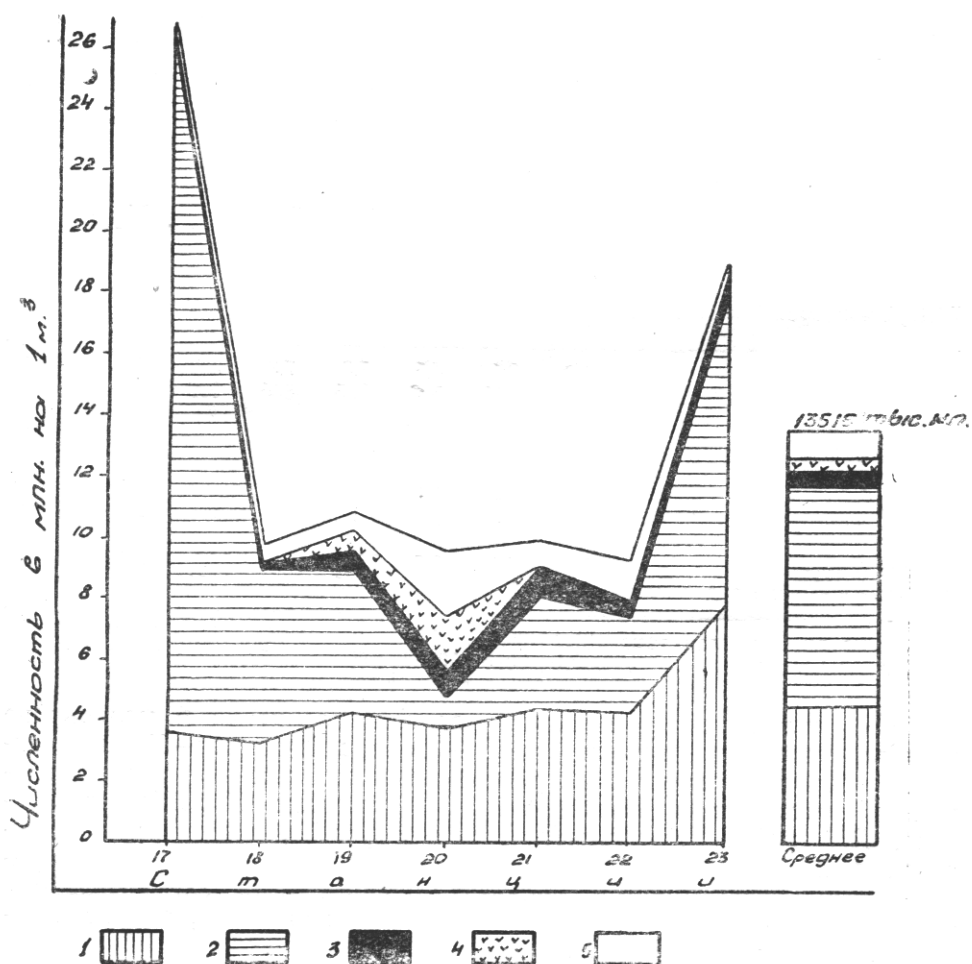
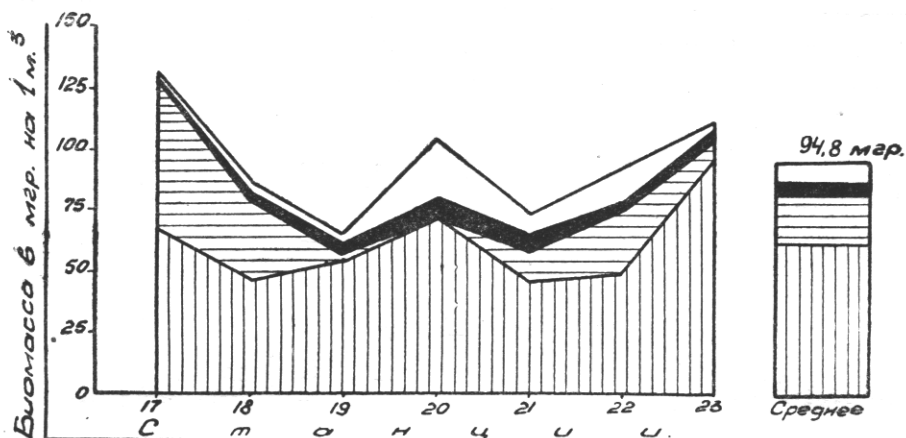


Рис. 5. Распределение фитопланктона по разрезу Одесса — о. Фидониси — Кемпере в слое 0—25 м 12—13/IX 1948 г. 1—Dinoflagellata; 2—Diatomeae; 3—Silicoflagellatae; 4—Chlorophyceae; 5—прочие водоросли.

Таблица 6

Соотношения основных групп фитопланктона по разрезам Одесса—траверс Фидониси — Кемпере 11 — 13. IX. 1948 г. в слое 0 — 25 м (среднее для горизонта 0, 10 и 25 м: верхняя строка—‰ по биомассе, нижняя строка—‰ по численности клеток).

Наименование групп	С т а н ц и и							Средн.
	17	18	19	20	21	22	23	
<i>Dinoflagellata</i>	50,4	52,8	83,3	67,7	62,1	54,1	85,8	64,4
	13,6	32,0	41,7	39,5	49,4	46,2	40,8	33,1
<i>Diatomeae</i>	46,6	39,9	4,0	0,6	16,5	27,1	8,0	21,6
	84,5	58,7	40,0	10,5	39,7	34,7	52,6	53,2
<i>Silicoflagellatae</i>	0,7	3,6	6,9	6,9	9,9	3,4	3,5	4,5
	0,5	4,0	5,5	9,2	9,9	5,5	2,9	4,1
<i>Chlorophyceae</i>	—	—	0,1	0,3	—	—	—	0,1
	—	—	7,3	18,4	—	—	—	2,7
Прочие	2,3	4,7	5,7	24,5	11,5	15,4	2,7	9,4
	1,4	5,3	5,5	22,4	1,0	13,6	3,7	6,9

в наиболее мелководной, ближайшей к украинским берегам, части моря. Процент диатомовых и динофлагеллят здесь почти одинаков.

По численности фитопланктонных организмов в мелководных участках первое место занимают диатомовые, в основном *Thalassionema nitzschoides*. На большинстве же станций открытого моря по количеству клеток преобладают динофлагелляты, главным образом наиболее ценные в кормовом отношении организмы—мелкие *Glenodinium*, *Gymnodinium*, *Exuviaella compressa* и отчасти *Exuviaella cordata*.

Удельный вес других групп и форм в различных участках моря колеблется. На двух последних разрезах встретились, иногда в значительных количествах, такие водоросли, которых или совершенно не было, или же они встречались только в отдельных пунктах предыдущих разрезов.

Так, вдали от украинских берегов была найдена в большом количестве очень мелкая пресноводная форма *Scenedesmus quadricauda*. Численность ее достигала 750 тыс. в 1 м³ в 70 милях от берега и 1 млн. 750 тыс.—в 100 милях, что составляет 7—18‰ всего фитопланктона. Это показывает, насколько далеко распространяются воды рек и как они влияют на продуктивность не только северо-западной прибрежной зоны, но и участков, находящихся в значительном удалении от берегов.

Характерно, что *Scenedesmus* встречался только в верхнем 25-метровом слое. Видимо, воды, приносимые реками, имея меньший удельный вес, чем морская, смешиваются с ней не вблизи берегов, а тонким слоем покрывают поверхность далеко в море.

В северной части рассматриваемых разрезов, от района Одессы и примерно на 100 миль в открытое море, на всех станциях был представлен *Prorocentrum micans*. В других участках моря эта водоросль не встречалась. Между тем, по данным Морозовой-Водяницкой, эта форма является массовой в Севастопольской бухте на протяжении

почти всего года. В немалом количестве встречалась она и в других участках, как в прибрежье, так и в 10—25 милях от крымских берегов. К наиболее характерным представителям фитопланктона Черного моря причисляют *Prorocentrum micans* также Рейнгард (1910), Михайловская (1936) и Стройкина (1940). Возможно, что массовое развитие *Prorocentrum* происходит большей частью в прибрежных и мелководных районах, главным образом в бухтах и заливах, а отмеченное нами распространение ее далеко в открытое море—следствие выноса прибрежных вод под влиянием сгонных ветров.

Таким образом, по разрезам, пересекающим глубокие части моря и северо-западную мелководную его часть, фитопланктон по количеству распределен довольно неравномерно. Существенного различия в этом отношении между сравниваемыми частями моря не обнаруживается. Только наиболее мелководный участок в непосредственной близости украинских берегов, несмотря на сгонные явления летом 1948 г., отличается высоким содержанием фитопланктона. По разрезу Ялта—Мидье в верхнем 25-метровом слое биомасса фитопланктона колеблется в пределах от 56 до 202 мг, а численность—от 10 млн. 625 тыс. до 26 млн. 876 тыс. в 1 м³. В среднем по этому разрезу биомасса составляет в верхнем 25-метровом слое 96 мг, численность—16 млн. 657 тыс. клеток в 1 м³.

Приведенные величины, особенно по численности, значительно ниже, чем в наиболее мелководном районе, прилегающем к украинским берегам. В нем так же, как и в районе, примыкающем к западным берегам Крыма, преобладают диатомовые, в то время как в открытом море первое место занимают динофлагелляты.

Естественно, возникает вопрос, какие факторы обуславливают обилие фитопланктона в одних районах и более слабое развитие его в других? Почему в одних районах преобладают диатомовые, в других динофлагелляты?

Установлено, что для многих водорослей из комплекса факторов (освещение, температурный режим, питательные соли, конкуренция за условия обитания, выедание потребителями и др.) самый необходимый—постоянное пополнение необходимых питательных солей в зоне фотосинтеза. К таким солям относятся прежде всего соединения фосфора, азота и отчасти кремния.

Из работ Киселева (1941), Зернова (1939) и других исследователей известно, что питательные соли фосфора и азота, находясь в воде лишь в незначительных количествах, являются важнейшими факторами, ограничивающими развитие планктона. Прекращение развития диатомовых и погружение их в глубину обычно вызывается полным потреблением фосфатов и нитратов в процессе фотосинтеза, исчезновением их в верхнем, продуктивном слое воды.

Развитие же ряда других планктонных водорослей, например, *Ceratium*, зависит в значительной степени от температуры и условий освещения. К недостатку питательных солей они менее чувствительны.

Учитывая все это, можно предположить, что обильное развитие фитопланктона в наиболее мелководном районе северо-западной части моря, в том числе диатомовых водорослей, обусловлено главным образом большим притоком питательных веществ в зону фотосинтеза. Происходит он отчасти за счет выноса питательных веществ материковыми водами, а отчасти, что, возможно, даже более важно, за счет постоянного поступления их из придонного слоя в процессе интенсивной вертикальной циркуляции, охватывающей здесь всю толщу воды. Перемешивание водных масс на мелководье про-

исходит легче, а следовательно, вынос питательных веществ в верхний слой идет здесь быстрее, чем в глубоководных частях моря.

Сравнительно высокое развитие диатомовых вблизи крымских берегов объясняется притоком вод из Азовского моря, а также усиленным вертикальным перемешиванием водных масс под влиянием стгонных явлений, обогащающих питательными солями свои верхние горизонты.

Гидрохимические исследования Черноморской научно-промысловой экспедиции показали, что в крымских водах наблюдалось наиболее высокое содержание фосфатов — одного из основных элементов питательных солей (Дацко—1948). С удалением от берегов количество фосфатов падает, а на отдельных станциях в верхних горизонтах они и совсем исчезают. Это, вероятно, и послужило одной из причин аналогичного распределения диатомовых.

Книпович (1933, 1938), Малайтский (1940) и Никитин (1945) образование областей обильного развития планктона в Черном море ставят в тесную зависимость от системы течений. Малайтский и Никитин обращают особое внимание на места стыка разнородных водных масс, где усиливается вертикальная циркуляция и подъем питательных солей в продуцируемый слой. Вдали от берегов именно в этих местах чаще всего наблюдается мощное развитие планктона.

Аналогичное явление наблюдается и в других морях. В океане места стыка разнокачественных вод получили название „фронтов“. Особенно детально изучен „полярный фронт“ в северной части Атлантического океана и в Баренцовом море, являющийся следствием стыка более соленых и теплых вод Атлантического океана с менее солеными и холодными водами полярного бассейна. В этих местах обильно развиваются фитопланктон, зоопланктон и бентос — база для огромных скоплений рыбы. Промысел ее в районе фронтов бывает нередко довольно интенсивный.

Следует предполагать, что район 6-й станции, сравнительно богатый фитопланктоном, зоопланктоном и их потребителями (прямыми или косвенными), является именно местом стыка, областью стекания (Надежин — 1949) в центральную часть моря азовских и речных вод западного и северо-западного побережья. Детальное изучение этого вопроса — задача дальнейших исследований.

Сравнение фитопланктона отдельных районов Черного моря и других морей

Сравнение наших данных с данными других исследователей показывает, что летом фитопланктон как открытого моря, так и северо-западного мелководья (кроме участка, непосредственно прилегающего к украинским берегам) во много раз беднее, чем в бухтах, заливах и в районах преимущественно неритической области. В Одесском заливе, по данным Конопльова (1937), количество фитопланктона достигает в летний период 480 млн. в 1 м^3 , в то время как в верхнем 25-метровом слое открытого моря (ст. ст. 1—12, 20—23) оно, по нашим данным, равняется в среднем всего 14 млн. 688 тыс. (при биомассе в $91,2\text{ мг на } 1\text{ м}^3$). Разница примерно в 32 раза.

Меньше, но тоже значительно обеднена фитопланктоном, сравнительно с Одесским заливом, и собственно северо-западная часть Черного моря (в среднем в 9 раз).

Преобладающими по количеству в Одесском заливе являются

в первой половине лета (июнь—июль) перидиней и флягелляты. Во второй же половине лета (август—сентябрь) в планктоне заметно возрастает роль диатомовых.

Это сильно напоминает то, что мы видели в наиболее мелководном районе северо-западной части Черного моря. В удаленных же от берегов участках наблюдается иной состав фитопланктона, с преобладанием других компонентов.

В Севастопольской бухте, по данным Морозовой-Водяницкой, в июле—августе 1938 и 1939 гг. величина биомассы фитопланктона колебалась в пределах от 561,6 до 925,2 мг, а численность—от 37 млн. 984 тыс. до 108 млн. 666 тыс. в 1 м^3 . В среднем же за эти месяцы биомасса равнялась здесь 662 мг, численность—64 млн. 612 тыс. в 1 м^3 .

По сравнению с этой бухтой, в открытом море фитопланктон по биомассе беднее в 7 раз, по численности—в 4,4 раза.

Примерно такая же картина наблюдается и при сравнении Севастопольской бухты с глубоководными районами северо-западной части моря.

В мелководном районе, вблизи украинских берегов, фитопланктон по биомассе беднее лишь в 1,6—4,4 раза, но по количеству клеток более богат (в 1,5—3 раза). Это объясняется тем, что в Севастопольской бухте в июле—августе значительный процент составляли более крупные формы, чем в северо-западной части Черного моря. Среди них такие формы, как *Cerataulina bergonii*, *Leptocylin-drus danicus*, *Gramatophora marina*, *Diploneis*, *Cocconeis*, *Gonyaulax polyedra*, *Prorocentrum micans* и др., которые, кроме *Prorocentrum*, ни разу не встречались ни в северо-западном мелководье, ни в открытом море.

Севастопольская бухта количественным развитием фитопланктона гораздо богаче и в летний период и в другие сезоны, чем это могло показаться из приведенного сравнения. В начале лета (июнь 1939 г.) биомасса достигала здесь около 5,3 г, а численность около 1,3 млрд. в 1 м^3 . В другие сезоны, как уже указывалось, фитопланктон в Севастопольской бухте давал еще более высокое развитие (до 12 г или 30 млрд. клеток в 1 м^3), в то время как в Одесском заливе июльские данные являются максимальными в течение года.

Открытые части Черного моря значительно беднее фитопланктоном, чем Новороссийская бухта (Михайловская—1936). Они примерно в 7 раз беднее Керченского предпроливья, в 5 раз—прибрежного района между Новороссийском и Туапсе, в 4 раза—юго-восточного побережья Крыма и в 3 раза—Батумской бухты.

Понятно, что эти цифры в зависимости от условий среды могут изменяться в течение года, а при сильных сгонных или нагонных ветрах даже в течение нескольких дней, однако в большинстве случаев они, возможно, и близки к истине.

В северо-западной, наиболее мелководной, части Черного моря фитопланктон более обилен, чем в ряде только что указанных восточных районов. Зато биомасса в них более высока за счет преобладания в планктоне сравнительно крупных форм.

Интересные данные по составу и распределению фитопланктона в Каркинитском заливе и у южных берегов Крыма приводит Галаджиев (1948). К сожалению, ни биомассы, ни численности он не указывает.

По Галаджиеву, фитопланктон как в Каркинитском заливе, так и у южных берегов Крыма „занимает весьма скромное место и состоит главным образом из немногих, широко распространенных, эвритерми-

ческих немассовых форм, встречающихся обычно в течение всего года в небольших количествах, и некоторых летних форм". Такие массовые водоросли, как *Chaetoceras*, *Rhizosolenia*, *Thalassionema nitzschioides* и др., или совсем не встречались, или же попадались в единичных экземплярах. „Наиболее бедными фитопланктоном из каркинитских сборов являются, пожалуй, августовские". Мало чем от них отличаются также и сентябрьские сборы. Только в октябре фитопланктон был более обильным, но тоже небогатым.

Сборы Галаджиева были бедны, повидимому, потому, что производились планктонными сетями. А они, как известно, улавливают только крупные формы и почти полностью пропускают наннопланктон. Об этом свидетельствует то, что наиболее частыми в сборах Галаджиева были такие крупные формы, как *Ceratium tripos*, *C. fusus*, *Coscinodiscus*, *Rhizosolenia* и др.

Сравнение фитопланктона открытых частей Черного моря показывает, что по величине биомассы он оказался в западной половине моря более обедненным, чем в восточной, сравнительно с данными Маятского (август 1938 г.) не меньше, чем в два раза, с данными Морозовой-Водяницкой (август—сентябрь 1948 г.)—примерно в полтора раза. Это следствие, главным образом, того, что в восточной половине моря немалый удельный вес в планктоне, более высокий, чем в западной половине, в августе—сентябре 1948 г. имела крупная некормовая диатомея *Rhizosolenia calcar avis*. По наблюдениям Кусморской, в ловах сетяного планктона в верхнем 10-метровом слое *Rhizosolenia* была самой многочисленной.

Если же сравнивать фитопланктон по численности, то в западной половине моря, особенно в центральной его части, он не беднее, чем в восточной, а по мельчайшим кормовым организмам даже несколько обильнее. Это, очевидно, и послужило одной из причин того, что, как установлено Кусморской, западная половина Черного моря оказалась богаче зоопланктоном, чем восточная. Если в западной половине, по разрезу Ялта—Мидье, титр зоопланктона в слое 200—0 м составлял в среднем 276 мг, то в восточной, по разрезу Ялта—Батуми, он равнялся всего 184 мг.

В этом же, повидимому, следует искать объяснения и того, что в западной половине, особенно в центральной части моря, встречались чаще и более мощные скопления дельфина. Непосредственных наблюдений за рыбой мы не имели, кроме одной станции (№ 8), где ночью к судну подходил небольшой косяк рыбы. Однако поведение дельфина свидетельствовало о том, что держался он на рыбе, которая была в западной половине, повидимому, в большом количестве.

В заключение приведем некоторые сравнительные данные по фитопланктону южных морей.

Морозова-Водяницкая (1948) сообщает данные Фажа для Средиземного и Адриатического морей. Здесь обильного развития достигают очень мелкие формы наннопланктона—кокколитины. Численность этих организмов—1—2 млрд. на 1 м³. В Черном же море они исчисляются сотнями тысяч и только в одном случае, по нашим данным, дали около 2 млн. на 1 м³. В другие сезоны здесь их, возможно, и больше.

Динофлагеллятами и диатомовыми Черное море значительно богаче Средиземного и Адриатического. В этих морях диатомовых насчитывается 2—10 млн., а динофлагеллят всего 1—3 млн. клеток на 1 м³, т. е. в несколько раз меньше, чем в открытых частях

Черного моря, в десятки раз меньше, особенно по диатомовым, чем в северо-западной, наиболее мелководной его части.

В центральных районах среднего и южного Каспия, по данным Усачева (1947), биомасса фитопланктона для слоя 0—дно—30 м составляет в летнее время в среднем 0,4 г на 1 м³. Эта величина примерно в 4 раза превышает таковую для 25-метрового слоя открытых частей западной половины Черного моря и, по данным Малятского, очень близка к величине биомассы восточной половины. Мало разницы также между биомассой фитопланктона центральных районов среднего и южного Каспия и наиболее мелководного района северо-западной части Черного моря.

Для всего же среднего и южного Каспия, с учетом центральных районов и прибрежных его частей, Усачев приводит для летнего периода более высокую среднюю биомассу—1,5 г на 1 м³. Нередки случаи, когда здесь наблюдалось еще более высокое развитие фитопланктона, когда только биомасса *Exuviaella* достигала 10 г, а *Rhizosolenia* даже 15 г на 1 м³. В Черном море, даже в его бухтах, этого не наблюдалось.

Наиболее богат фитопланктон в самом мелководном, обильно обогащаемом питательными солями, северном Каспии. В летнее время биомасса фитопланктона составляет здесь в среднем 3,5 г на 1 м³. Были же случаи, когда в придельтовом пространстве Волги (во время весеннего цветения) она достигала 100 г на 1 м³ и больше. В этом северный Каспий близко подходит к Азовскому морю, наиболее продуктивному среди южных морей. Но в каспийском планктоне часто большой удельный вес занимает не кормовая диатомея *Rhizosolenia calcar avis*, составляющая по биомассе иногда 80—90% всего фитопланктона. В открытых же частях Черного моря, как указывалось, преобладают кормовые формы фитопланктона.

Надо отметить, что средняя биомасса фитопланктона в южной и средней частях Каспийского моря, до появления здесь *Rhizosolenia* (до 1934 г.), измерялась только немногими сотнями миллиграммов на 1 м³ (редко до 1 г). Это не так сильно превышает биомассу фитопланктона открытых частей, а тем более северо-западного мелководья Черного моря.

О количественном развитии фитопланктона в Аральском море можно сказать следующее: биомасса его, по данным Усачева, в августе доходит до 1 г на 1 м³, что выше биомассы открытых частей Черного моря. Но значительный процент аральского фитопланктона составляют сине-зеленые водоросли, питательная ценность которых вряд ли может равняться питательной ценности перидиней.

Особое место среди южных морей занимает Азовское море. По данным Усачева (1927, 1947) и Азовско-Черноморского института (1940), летом биомасса фитопланктона Азовского моря чаще всего равна 4,5—6 г на 1 м³. Бывали случаи, что она увеличивалась или уменьшалась. Так, например, в августе 1933 г., по данным Мордухай-Болтовского (1938), биомасса доходила до 85 г (на большинстве станций она составляла 25 г на 1 м³), а в теплые штилевые погоды 1925 г. биомасса, по данным Усачева, была еще более колоссальных размеров—129,5 и даже 200 г на 1 м³. „Цветение“ при этом было так велико, что „...придавало морю впечатление „тихого болота“ с его отличительным запахом и темнокоричневой окраской воды“. Мощное „цветение“ в Азовском море—явление обычное, но непродолжительное. Из-за нерегулярности наблюдений оно фиксируется не каждый год. Сильное „цветение“ Азовского моря наблюдалось

в 1937 и 1946 гг. Оно вызвало „замор“ и гибель огромного количества рыбы.

В 1947 г. фитопланктон Азовского моря (Пицык—1948) дал, напротив, совсем незначительную биомассу—всего около 1 г на 1 м³. Такое отклонение от „нормы“, „аномалию“, в условиях высокопродуктивного Азовского моря мы склонны объяснять, с одной стороны, исключительными гидрометеорологическими особенностями 1947 г., с другой, интенсивным выеданием фитопланктона потребителями. По данным ихтиологической лаборатории Азовско-Черноморского института, в 1947 г. в Азовском море были небывалые запасы планктоноядных рыб, главным образом хамсы.

Установлено, что основным кормом планктоноядных рыб (кроме сельди) Азовского моря являются веслоногие раки, составляющие свыше 70% всей пищи рыб в год. В отдельные периоды в пищевом рационе этих рыб приобретают большое значение коловратки, мизиды, личинки червей и др. Фитопланктон, в основном потребляемый зоопланктоном и личинками рыб, среди взрослых азовских рыб наибольшее значение имеет только в пищевом рационе хамсы. В пище этой рыбы в 1937 г. он составлял за весь период пребывания ее в Азовском море около 11%. Смирнов (1938) указывает, что фитопланктон в пищевом рационе хамсы составляет иногда 50%, а по данным Логвинович (1949) — даже 80%.

В 1947 г. мы не имели возможности провести исследования по питанию планктоноядных рыб и, в частности, хамсы в Азовском море. Однако незначительное количество в этом году зоопланктона при громадных запасах планктоноядных рыб дает основание полагать, что значение фитопланктона в пищевом их рационе могло быть еще больше. Таким образом, сравнительно малая остаточная биомасса фитопланктона Азовского моря в 1947 г., вероятно, является следствием выедания его потребителями.

Мы вычислили, что по биомассе фитопланктон открытых частей Черного моря в десятки раз беднее Азовского моря. В отдельные годы—даже в сотни и тысячи раз. По составу же массовых форм азовский фитопланктон в летнее время невыгодно отличается от черноморского. Часто большой удельный вес в азовском планктоне занимают ризосоления и сине-зеленые водоросли, которые не представляют питательной ценности. Сотни граммов на 1 м³ дает ризосоления, „цветение“ же чаще всего вызывается массовым развитием сине-зеленых водорослей.

Следовательно, открытые части Черного моря не бедны ценными кормовыми организмами фитопланктона, как это часто заключают при сопоставлении общей его биомассы с биомассой фитопланктона Азовского моря. А бухты и некоторые заливы Черного моря, являющиеся нередко местами откорма многих рыб, по количеству и по составу массовых форм фитопланктона почти соответствуют Азовскому. О большом сходстве их подробно изложено в работе Морозовой-Водяницкой (1948).

Выводы

1. В летний период биомасса фитопланктона в открытых частях западной половины Черного моря составляет для 100-метрового слоя в среднем 75 мг на 1 м³, при численности в 10 млн. 180 тыс. клеток в том же объеме воды. В верхнем же 25-метровом слое биомасса определяется в 92 мг, при количестве клеток около 15 млн. в 1 м³.

2. Между количеством фитопланктона открытого моря и северо-западной мелководной части с глубинами, превышающими 30—40 м, существенного различия нет. В мелководье биомасса в верхнем 25-метровом слое равна в среднем 86 мг, при численности в 12,5 млн. клеток, а во всей толще воды—96 мг, или 13,5 млн. клеток в 1 м³.

Мелководный район северо-западной части Черного моря вблизи украинских берегов отличается наиболее высоким развитием фитопланктона, насчитывающего десятки и даже сотни миллионов клеток в 1 м³. Но здесь преобладают мелкие формы, главным образом *Thalassionema nitzschioides*, поэтому биомасса не отличается высокими показателями.

3. В районе, расположенном между Южным берегом Крыма и западным берегом моря, фитопланктон в количественном отношении распределяется неравномерно. Области обильного развития фитопланктона имеются как вблизи берегов, так и в центральных частях моря. Последние по ценным кормовым организмам даже богаче прибрежных участков.

4. Основную массу летнего фитопланктона Черного моря составляют две группы: диатомовые и динофлагелляты. Первые в большинстве случаев встречаются в прибрежных районах. Это обусловлено, очевидно, притоком материковых вод и вод Азовского моря и интенсивным вертикальным перемешиванием, обогащающим слой фотосинтеза питательными солями. Вблизи берегов диатомовые значительно преобладают над всеми водорослями, составляя в отдельных районах 80—90% всего фитопланктона.

Динофлагелляты встречаются в разных количествах вблизи берегов и в открытом море. По направлению к центральной части моря количество их, в частности *Exuviaella cordata*, увеличивается. В открытом море динофлагелляты преобладают над всеми водорослями.

Черноморский зоопланктон в основном питается динофлагеллятами. Поэтому следует считать, что летом в центральных частях моря, в особенности вблизи халистатической области, были особенно благоприятные кормовые условия для обильного развития зоопланктона и концентрации на его базе рыб.

Сравнительно высокой кормностью отличается также наиболее мелководный участок северо-западной части Черного моря, крымский район, простирающийся в открытое море на 40—50 миль. Кроме того, район в удалении от крымских берегов в направлении к Мидье примерно на 200 миль. В нем наблюдалось большое количество мельчайших жгутиковых и остатки отмерших организмов, которые, очевидно, также являются пищей для зоопланктона.

6. В летнее время фитопланктон был сконцентрирован большей частью в верхнем 25-метровом слое, с максимумом на 10—25-метровой глубине. Только вблизи крымских берегов и на отдельных станциях северо-западного мелководья значительные количества фитопланктона (главным образом диатомовые) проникали в низлежащие горизонты: у крымских берегов с максимумом на 75-метровой глубине и северо-западном мелководье (на двух станциях)—на 30—42-метровой глубине.

7. Фитопланктон открытого моря и сравнительно глубоководных районов его северо-запада в количественном отношении во много раз беднее планктона бухт, заливов и ряда других районов неритической области. В летнее время—в 3—32 раза, а по сравнению с Севастопольской бухтой в начале лета—в 60 раз. Если же учесть, что в бухтах и заливах нередко большой удельный вес в планктоне зани-

мают такие диатомеи, как *Cerataulina bergonii*, *Leptocylinndrus dani-*
cus и др., которые вряд ли могут служить кормом для зоопланкте-
ров (а возможно и для рыб), то разница становится меньшей.

Что касается мелководной части Черного моря, непосредственно примыкающей к украинским берегам, то здесь фитопланктон по биомассе в несколько раз беднее, а по численности обильнее, чем в отдельных бухтах и заливах моря.

8. В открытых частях западной половины Черного моря фитопланктон по величине биомассы оказался беднее, чем в восточной половине. Это обусловлено тем, что в восточной половине более обильного развития достигала крупная диатомея *Rhizosolenia calcar avis*. По численности же фитопланктона особого различия между восточной и западной половинами моря не наблюдается, а мельчайшие кормовые организмы в последней, особенно в центральных частях моря, представлены даже обильнее.

9. Открытые части Черного моря по обилию фитопланктона беднее других южных морей (Средиземного, Адриатического, Аральского, Каспийского и особенно Азовского). Но в перечисленных морях нередко в колоссальных количествах развиваются не кормовые и малоценные в кормовом отношении водоросли. Значит, разница между этими морями и Черным морем менее значительна.

Если же рассматривать Черное море в целом, с его высокопродуктивными бухтами, заливами и участками, прилегающими к устьям рек и Керченскому проливу, то оно тем более не может считаться бедным фитопланктоном. Он развивается здесь в таких количествах, которые обеспечивают обильное развитие фауны. В таком случае суждения о низкой биологической продуктивности Черного моря являлись заблуждением.

ЛИТЕРАТУРА

- Водяницкий В. А. 1937. Успехи изучения биологии Черного моря. Изв. Ак. наук СССР.
- Водяницкий В. А. 1941. К вопросу о биологической продуктивности Черного моря. Тр. зоолог. ин-та Ак. наук СССР, т. VII, вып. 2.
- Галаджиев М. А. 1948. Сравнительный состав, распределение и количественные соотношения зоопланктона Каркинитского залива и открытого моря в районе Южного берега Крыма. Тр. Севаст. биол. ст. Ак. наук СССР, т. VI.
- Дацко В. Г. 1948. Гидрохимический обзор Черного моря по материалам 1948 г. Азчерниро, рукопись.
- Зернов С. А. 1939. Общая гидробиология. Второе издание. М.
- Киселев И. А. 1941. Новейшие достижения в изучении продуктивности водоемов. 1. Факторы, определяющие продуктивность водоемов. Природа, № 1.
- Книпович Н. М. 1933. Гидрологические исследования в Черном море. Тр. Аз.-Черн. науч.-пром. эксп., вып. 10.
- Книпович Н. М. 1938. Гидрология морей и солоноватых вод. М.—Л.
- Конопльов Г. И. 1937. Сезонні зміни зоопланктону Одеської затоки. Тр. Одеськ. Державн. ун-ту, Біологія, т. 2.
- Кусморская А. П. 1950. О зоопланктоне Черного моря. Тр. Азчерниро, вып. 14.
- Логвинович Д. Н. 1949. Материалы по питанию азовской хамсы в летне-осенний период 1949 г. Азчерниро, рукопись.
- Малятский С. М. 1940. Материалы по экологии населения пелагиали Черного моря. Тр. Новорос. биол. станц. им. В. М. Арнольди, т. II, вып. 3.
- Мантейфель Б. П. 1941. Планктон и сельдь в Баренцовом море. Труды Пивро, вып. 7.
- Миронов Г. Н. 1941. О питании некоторых планктонных организмов Черного моря. Тр. зоолог. ин-та Ак. наук СССР, т. VII, вып. 2.
- Михайловская З. Н. 1936. Фитопланктон Новороссийской бухты и его вертикальное распределение. Тр. Новорос. биол. станц. им. В. М. Арнольди, т. II, вып. 1.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1938. К изучению планктона Азовского моря. Тр. Ростовск. биол. об-ва, № 2.
- Морозова-Водяницкая Н. В. 1940. Некоторые результаты количественных исследований фитопланктона в Черном море. Тр. Новорос. биол. станц. им. В. М. Арнольди, т. II, вып. 3.
- Морозова-Водяницкая Н. В. 1948. Фитопланктон Черного моря. Тр. Севаст. биол. станц. Ак. наук СССР, т. VI.

- | | | |
|-----------------|-------|---|
| Надежин В. М. | 1949. | Гидрологический режим Черного моря по материалам 1948 г. Азчерниро, рукопись. |
| Никитин В. Н. | 1939. | Планктон Батумской бухты и его годовичные количественные изменения. Сборник, посвященный научной деятельности Н. М. Книповича. М. |
| Никитин В. Н. | 1945. | Распределение биомассы планктона в Черном море. Докл. Ак. наук СССР, т. XLVII, № 7. |
| Пицук Г. К. | 1948. | О состоянии фитопланктона Азовского моря по материалам 1947 г. Азчерниро, рукопись. |
| Рейнгард Л. В. | 1910. | Фитопланктон Черного моря, Керченского пролива, Босфора и Мраморного моря. (Предварительное сообщение.) Тр. Об-ва исп. природы при Харьков. Ун-те, т. 18. |
| Смирнов А. Н. | 1938. | Распределение хамсы в Азовском море и ее питание. Тр. Азчерниро, вып. 11. |
| Стройкина В. Г. | 1940. | Деякі дані про склад фітопланктону Карадагського району Чорного моря. Тр. Карадагськ. біолог. станц., вип. 6. |
| Усачев П. И. | 1927. | О фитопланктоне Азовского моря. Сборник в честь проф. Н. М. Книповича. М. |
| Усачев П. И. | 1928. | О фитопланктоне северо-западной части Черного моря. Резюме доклада. Дневник Всесоюзн. съезда ботаников в Ленинграде в январе 1928 г. |
| Усачев П. И. | 1947. | Общая характеристика фитопланктона морей СССР. Успехи современ. биологии, т. XXIII, вып. 2. |
-