

ПРОВ 98

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

ПРОВ 201

---

# Экология моря

---

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ  
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

*Выпуск 3*

Институт биологии  
южных морей АН УССР  
БИБЛИОТЕКА  
№ А

КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1980

УДК 581.526.326

Г. К. ПИЦЫК, М. И. РОУХИЯЙНЕН

## РАЗМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЮЖНОАТЛАНТИЧЕСКОГО АНТИЦИКЛОНАЛЬНОГО КРУГОВОРОТА

Проведен анализ размерного состава фитопланктона в районах, резко отличающихся по биотическим и абиотическим условиям. В качестве параметров использованы объемы и условные диаметры клеток. В целом наибольшее число видов характеризуется диаметрами клеток 11—50 мкм, во всех районах по численности основу составили клетки 5—10 мкм в диаметре. От апвеллинга к зоне опускания вод средние размеры клеток уменьшились.

Настоящая работа является частью комплексных исследований, выполненных в феврале—марте 1973 г. в 27-м рейсе НИС «Михаил Ломоносов». Ее цель — выяснить размерную структуру фитопланктона в разных районах исследований. Это представляет определенный интерес для установления связи между развитием фитопланктона, гидрологическими и гидрохимическими факторами, а также гидрооптическими свойствами среды. Известно, например, что интенсивность фотосинтеза, поглощения питательных солей, размножения и т. д. зависит также и от размеров клеток.

Материал собран на трех многосуточных станциях, расположенных в резко различающихся по условиям районах: на апвеллинге (ст. 2159, 1-й полигон, 26°40' ю. ш., 14°22' в. д.), в зонах «старения» (ст. 2163, 2-й полигон, 18°45' ю. ш., 07°07' з. д.) и опускания вод (ст. 2172, 3-й полигон, 22°58' ю. ш., 22°57' з. д.). На каждом полигоне выполнено 12 серий наблюдений. Пробы брали через каждые 6 ч 30-литровым батометром на глубинах, соответствующих экстремумам оптических измерений, а также, как правило, с горизонтов 0, 25, 50, 100, 200 и 500 м (на первом полигоне до 200 м). Во всех сериях с каждого горизонта брали пробу объемом 1 л, фиксировали формалином, а затем этот материал обрабатывали обычным отстойным методом в лабораторных условиях. Для более точного учета фитопланктона, особенно мелких жгутиковых водорослей, которые по сравнению с представителями других групп разрушаются больше при фиксации формалином, подсчет в пяти сериях на каждом полигоне проводился предварительно в «живой» капле непосредственно на корабле. Для характеристики размерного состава фитопланктона использованы данные об относительно крупных и редко встречаемых формах по фиксированным пробам, а для мелких (преимущественно жгутиковых водорослей) — по «живому» материалу.

В качестве параметров, характеризующих размерную структуру фитопланктона, чаще всего принимались диаметры клеток [2—4], в отдельных случаях — два параметра: диаметр клетки и ее длина или высота [1]. Проанализировав собственные и имеющиеся в литературе данные, мы пришли к выводу, что о размерной структуре фитопланктона можно судить и по объемам клеток или их условным диаметрам, вычисленным по объемам (для их вычисления клетки приравнивали

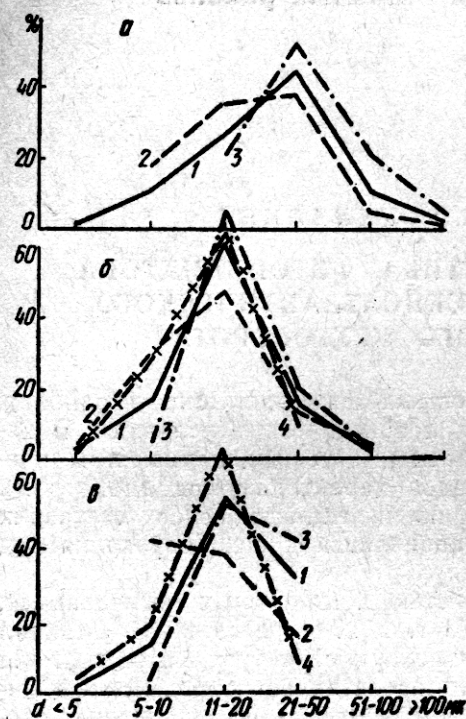


Рис. 1. Размерный состав фитопланктона по числу видов: апвеллинг (а), зона «старения» (б) и опускания (в) вод: 1 — суммарный фитопланктон, 2 — диатомовые, 3 — перидиниевые, 4 — золотистые.

к шару соответственного объема). Для характеристики фитопланктона выделили шесть размерных групп:

| Условный диаметр клетки, мкм | Ее объем, мкм <sup>3</sup> |
|------------------------------|----------------------------|
| < 5                          | < 65                       |
| 5—10                         | 65—500                     |
| 10—20                        | 500—4000                   |
| 20—50                        | 4000—65 000                |
| 50—100                       | 65 000—525 000             |
| > 100                        | > 525 000                  |

Во всех трех районах найдено водорослей с диаметром клетки менее 5 мкм лишь по 2—4 вида, или не более 3% общего их числа (рис. 1). Это золотистые водоросли *Phaeocystis pouchaetii* (Hariot) Lagerth. и *Pontosphaera* sp. на первом полигоне, диатомея *Striatella delicatula* (Kütz.) Gran., кокколитофориды *Ophiaster hydroideus* (Gran) Schill. и синезеленая водоросль *Oscillatoria* sp. — на втором и кокколитофориды *Discosphaera tubifer* (Murr. и Black.) Lohm. — на третьем. В двух последних районах встречалась также водоросль типа *Nostoc* с такими же размерами клеток. Не учтены при этом мелкие жгутиковые водоросли, видовой состав которых не известен.

По числу видов и разновидностей основу фитопланктона во всех районах составляли водоросли с диаметром клеток 10—50 мкм, на их долю приходилось 73—85% общего числа видов. Однако на апвеллинге больше всего (45%) было видов с диаметром клеток 20—50 мкм (преимущественно за счет диатомовых и перидиниевых), тогда как на других полигонах, расположенных в олиготрофных водах, преобладали виды с диаметром клеток 10—20 мкм (63% — на втором полигоне и 54 — на третьем). По числу видов в зоне «старения» вод доминировали перидиниевые, кокколитофориды и отчасти диатомовые, в зоне опускания вод — только две первые группы, главным образом перидиниевые. Виды с диаметром клеток более 50 мкм на апвеллинге составили только 13,5%, из них с диаметром более 10 мкм найдено всего лишь три: диатомовая водоросль *Coscinodiscus janischii* A. Schmidt, перидинии *Paridium depressum* Bail. и *Pyrocystis pseudonocillula* (W. Thomson) Schill. В зоне «старения» вод виды с диаметром клеток более 50 мкм составили немногим более 2% (*Coscinodiscus* sp., *Peridium depressum* и *Ceratium longinum* Karts). В зоне опускания вод виды с такими размерами клеток вообще не встречались, максимальный диаметр клеток здесь не более 50 мкм (см. рис. 1).

При рассмотрении размерной структуры фитопланктона по количественным показателям развития выявлено, что во всех исследованных районах преобладали клетки 5—10 мкм в диаметре (табл. 1). На апвеллинге они составляли около 70% суммарной численности. До глубины 50 м — это почти исключительно диатомовая водоросль *Chaetoceros socialis* Laud., глубже наибольшая численность приходилась на размерную группу 10—20 мкм в диаметре, преимущественно за счет

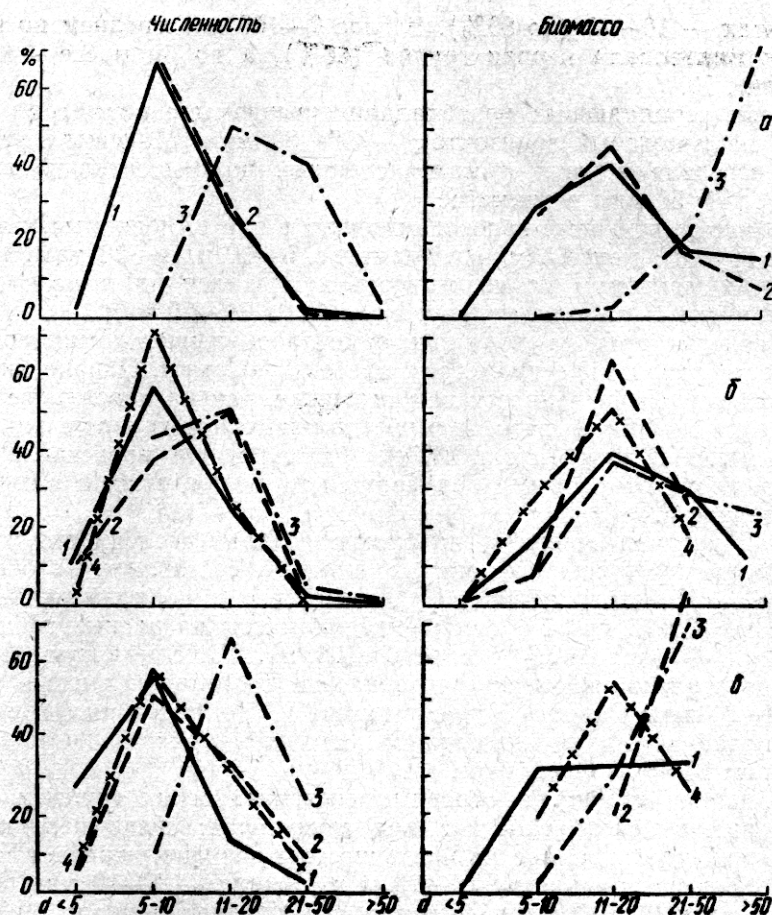


Рис. 2. Размерный состав фитопланктона по количественным показателям развития. Средние величины для слоя 0—100 м.  
Условные обозначения такие же, как и на рис. 1.

*Chaetoceros debilis* Cl. Основную биомассу в верхнем слое на апвеллинге составили клетки размером 10—20 мкм (около 80%), а в нижних горизонтах — 20—50 (до 50%).

Таблица 1

Численность и биомасса фитопланктона по размерным группам в слое 0—100 м  
(Ч — тыс. кл/м<sup>3</sup>, Б — мг/м<sup>3</sup>)

| Условный диаметр, мкм | Ст. 2159  |      |        |      | Ст. 2163 |      |       |      | Ст. 2172 |      |       |      |
|-----------------------|-----------|------|--------|------|----------|------|-------|------|----------|------|-------|------|
|                       | Ч         | %    | Б      | %    | Ч        | %    | Б     | %    | Ч        | %    | Б     | %    |
| <5                    | 53 420    | 2,1  | 0,58   | <0,1 | 5709     | 14,5 | 0,08  | 0,3  | 7560     | 28,4 | 0,12  | 1,0  |
| 5—10                  | 1 776 351 | 68,4 | 517,05 | 24,8 | 22 369   | 56,8 | 4,68  | 18,6 | 14 912   | 56,0 | 3,74  | 31,7 |
| 10—20                 | 726 565   | 27,8 | 859,19 | 41,2 | 10 234   | 26,0 | 9,94  | 39,6 | 3624     | 13,6 | 3,9   | 33,0 |
| 20—50                 | 41 764    | 1,6  | 378,33 | 18,2 | 935      | 2,4  | 7,3   | 29,1 | 532      | 2,0  | 4,05  | 34,3 |
| >50                   | 805       | <0,1 | 328,65 | 15,7 | 105      | 0,3  | 3,11  | 12,4 | —        | —    | —     | —    |
| Всего                 | 2 598 905 |      | 2083,8 |      | 39352    |      | 25,11 |      | 26 628   |      | 11,81 |      |

Поскольку фитопланктон на апвеллинге представлен почти исключительно диатомовыми, то для них получена примерно такая же картина распределения по размерным группам. В верхнем слое наиболее многочисленны клетки диаметром 5—10 мкм (до 73%), на нижних

горизонтах — 10—20 (до 80%). В слое 0—100 м в среднем по численности доминировала первая группа (68%), а по биомассе — вторая (41%, рис. 2).

Среди перидиниевых преобладали организмы с диаметром клеток 10—20, на некоторых горизонтах — 20—50 мкм. Максимальную биомассу составляли хотя и малочисленные, но относительно крупные клетки более 50 мкм в диаметре.

Мелкие жгутиковые водоросли вошли в три выделяемые нами размерные группы: менее 5 мкм в диаметре, 5—10 и 10—20 мкм. На всех горизонтах максимум по численности приходился на вторую из них, а по биомассе — либо на эту группу, либо на 10—20 мкм.

В зоне «старения» вод, как отмечалось выше, доминировали в планктоне организмы с диаметром клеток 5—10 мкм. Однако их удельный вес в общей численности немного ниже, чем на апвеллинге (около 57% в слое 0—100 м), зато он выше по размерной группе с диаметром клетки менее 5 мкм (около 15%). Фитопланктон представлен здесь многими видами с разными размерами клеток при относительно малой их численности.

Иная картина получена по биомассе. Хотя численность мельчайших организмов и значительна, их биомасса составляла не более 1% суммарной. Не столь велик ее удельный вес и по размерной группе 5—10 мкм (от 15 до 32% суммарной биомассы на разных горизонтах, в среднем — около 20% в слое 0—100 м). Максимальную биомассу при относительно небольшой численности составляли клетки диаметром 10—20 мкм (около 40% суммарной). На отдельных горизонтах за счет единичных крупных форм максимум приходился на клетки диаметром 20—50 мкм и более.

Размерная структура основных систематических групп и мелких жгутиковых в зоне «старения» вод следующая: среди перидиниевых наибольший удельный вес по численности в верхних горизонтах имела группа с диаметром клеток 10—20, а в нижних — 5—10 мкм. В среднем для слоя 0—100 м он составил соответственно около 50 и 43%. По биомассе максимальные величины приходились на те же размерные группы (по каждой около 40% суммарной) или за счет хотя и малочисленных, но относительно крупных форм на какую-либо из последующих размерных групп.

В составе золотистых водорослей, главным образом кокколитофорида, основу по численности составляют организмы с диаметром клеток 5—10 мкм (более 70% в слое 0—100 м). Наибольшая же биомасса (более 50% суммарной) приходилась на размерную группу 10—20 мкм.

Диатомовые водоросли в зоне «старения» вод весьма малочисленны и неоднородны по видовому составу на разных глубинах. Максимальные величины численности и биомассы их приходились на размерную группу с диаметром клеток 10—20 мкм, составляя соответственно 50 и 64%. Среди мелких жгутиковых наибольший удельный вес по численности на одних горизонтах имели клетки менее 5, на других — 5—10 мкм в диаметре. По биомассе почти на всех глубинах преобладали последние.

В составе зеленых, синезеленых и прочих водорослей почти во всей толще больше всего было организмов с размером клеток 5—10 мкм, по биомассе максимум приходился на водоросли размером 20—50, а в отдельных случаях — более 50 мкм в диаметре.

В зоне опускания вод размерная группа с диаметром клеток 5—10 мкм составлена на разных горизонтах до 100-метровой глубины 40—78% общей численности фитопланктона, в среднем для этого слоя — 56%. Биомасса по всем размерным группам с диаметром клеток от 5 до 50 мкм была почти одинаковая.

Таблица 2

Средние условные диаметры клеток, мкм, по слоям (1 — на апвеллинге, 2 — в зоне «старения» и 3 — в зоне опускания вод)

| Группа                      | 0—100 м |      |      | 100—200 м |      |      | 200—500 м |      |      |
|-----------------------------|---------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|
|                             | 1       | 2    | 3    | 1         | 2    | 3    | 1         | 2    | 3    |
| Диатомовые                  | 11,2    | 12,7 | 14,0 | 16,7      | 13,4 | 16,7 | —         | 13,8 | 14,5 |
| Перидиниевые                | 39,1    | 14,1 | 17,4 | 31,2      | 15,8 | 18,7 | —         | 13,5 | 18,8 |
| Золотистые                  | 0       | 9,6  | 12,1 | 0         | 9,5  | 11,7 | —         | 8,8  | 11,0 |
| Мелкие жгутико-<br>вые      | 8,4     | 7,1  | 7,6  | 7,6       | 6,6  | 6,4  | —         | 6,1  | 5,4  |
| Суммарный фито-<br>планктон | 11,6    | 10,7 | 9,5  | 12,0      | 11,6 | 9,0  | —         | 10,8 | 8,0  |

Среди перидиниевых в зоне опускания вод максимальной численностью характеризовалась размерная группа с диаметром клеток 10—20 мкм (более 65% суммарной в слое 0—100 м), наибольшей биомассой — 20—50 мкм (около 70%). В составе золотистых водорослей, представленных исключительно кокколитофоридами, по численности доминирующей оказалась группа с диаметром клетки 5—10 мкм (58%), по биомассе — 10—20 мкм (55%). Среди мелких жгутиковых преобладали клетки диаметром 5—10 мкм (более 70% по численности и около 94% по биомассе в слое 0—100 м). Диатомовые в зоне опускания вод встречались очень редко, поэтому нет возможности говорить об их размерной структуре.

Сопоставление средних условных диаметров клеток показывает следующее. На апвеллинге (в условиях высокого содержания биогенных веществ, пониженной температуры и низкого градиента плотности в слое скачка) клетки наиболее крупные. По мере удаления от берегов, снижения содержания биогенных веществ, повышения температу-

ры и градиента плотности в слое скачка [5, 6] размеры клеток уменьшились. Минимальных величин они достигали в зоне опускания вод (табл. 2). Такая же тенденция прослеживалась у мелких жгутиковых водорослей. У диатомовых, наоборот, средний диаметр клеток от апвеллинга к зоне опускания вод увеличивался. Особенно четко это прослеживалось в слое 0—100 м. Отклонение отмечено для слоя 100—200 м в зоне опускания вод. С глубиной же, как это отмечалось и в других районах [7], средний диаметр клеток на апвеллинге и в зоне «старения» увеличивался. Зона опускания вод оказалась почему-то исключением и в этом отношении (табл. 3).

Таким образом, по батометрическим сборам на апвеллинге наибольшее число видов характеризовалось условным диаметром клеток 10—50 мкм, в зонах «старения» и опускания вод преобладали виды с диаметром клеток 10—20 мкм.

Численную основу всюду составляла размерная группа с диаметром клеток 5—10 мкм. По биомассе на апвеллинге и в зоне «старения» вод доминировали клетки 10—20 мкм в диаметре, в зоне опускания вод получены почти одинаковые величины биомассы по размерным группам с диаметрами клеток от 5 до 50 мкм.

Таблица 3

Средние условные диаметры клеток фитопланктона, мкм, на разных горизонтах

| Горизонт, м | Ст. 2159 | Ст. 2163 | Ст. 2172 |
|-------------|----------|----------|----------|
| 0           | 10,8     | 9,2      | 9,4      |
| 10          | 10,8     | —        | —        |
| 25          | —        | 10,4     | 11,0     |
| 50          | 12,8     | 10,6     | 9,2      |
| 100         | 16,4     | 11,4     | 9,4      |
| 200         | 15,4     | 11,2     | 8,0      |
| 500         | —        | 20,0     | 7,2      |

Средний условный диаметр клеток уменьшается от апвеллинга (11,6 мкм) к зоне «старения» (10,7 мкм) и опускания вод (9,5 мкм). С увеличением глубины диаметр клетки на апвеллинге и в зоне «старения» вод возрастал.

1. Кузьменко Л. В. Размерно-весовая структура фитопланктона Аравийского моря. — Биология моря, Киев, 1975, вып. 34, с. 26—38.
2. Пицый Г. К. Размерная структура фитопланктона в тропической части Атлантического океана. — В кн.: Биологические процессы в морских и континентальных водоемах: (Тез. докл. II съезда ВГБО). Кишинев, 1970, с. 300.
3. Семина Г. И. Размер клеток фитопланктона на разрезе 174° з. д. в Тихом океане. — Океанология, 1969, 9, № 3, с. 479—487.
4. Семина Г. И. Фитопланктон Тихого океана. — М.: Наука, 1974. — 239 с.
5. Хлыстов Н. З., Белякова О. М. Исследование термохалинной структуры вод восточной части южной Атлантики. — В кн.: Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море. 27-й рейс НИС «Михаил Ломоносов». Киев: Наук. думка, 1975, с. 15—24.
6. Хлыстов Н. З., Бакшеева И. П. Некоторые особенности гидрохимической структуры вод восточного сектора южного антициклонального круговорота. — В кн.: Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море. 27-й рейс НИС «Михаил Ломоносов». Киев: Наук. думка, 1975, с. 24—32.
7. Wiebe P. H., Remsen C. C., Vaccaro R. F. Halosphaera viridis in the Mediterranean Sea: size range, vertical distribution, and potential energy source of deep-sea benthos. — Deep-Sea Res., 21, N 8, p. 657—667.

Институт биологии южных морей  
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию  
12. 12. 78

G. K. PITSYK, M. I. ROUKHIYAINEN

# **DIMENSIONAL STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON IN THE EASTERN PART OF THE SOUTH-ATLANTIC ANTICYCLONE CYCLE**

## **Summary**

The analysis of the dimensional structure of phytoplankton community in the south-Atlantic cycle by conditional cell diameters shows that 10-50  $\mu\text{m}$  dia are typical of most species in the part of the Atlantic under study. The dimensional group with 5-10  $\mu\text{m}$  dia cells was the numeric basis everywhere. As to biomass, in the upwelling and in the water "ageing" zone the 10-20  $\mu\text{m}$  dia cells were predominant; in the zone of downcoming water almost equal values of biomass were obtained for dimensional groups with the 5-50  $\mu\text{m}$  dia cells.

УДК 577.475(265.16)

А. П. ГОРДИЕНКО

# **ОБ ОЦЕНКЕ СООТНОШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП ПЛАНКТОНА ПО СОДЕРЖАНИЮ АТФ**

В результате отмирания планктонных организмов в воде накапливается значительное количество мертвого взвешенного органического вещества, поэтому изучение количественного содержания живой части органической взвеси, определение основных соотношений между ее компонентами имеют важное значение при выяснении структуры и функционирования планктонных сообществ.

При микроскопическом разделении живых и мертвых организмов возникают трудности. При прямом подсчете часто учитываются мертвые клетки, например диатомовые, которые имеют кремниевый скелет. Прижизненная окраска и флуоресценция также не всегда позволяют успешно идентифицировать живые организмы. Значительные ошибки