

Мордасова Н.В. Распределение хлорофилла в водах атлантического сектора Антарктики // Океанология. — 1989. — Т. 29, вып. 3. — С. 486-493.

Мордасова Н. В., Зарипов Б.Р., Шершнев А.Е. Методические рекомендации по использованию зондирующей аппаратуры при исследовании распределения хлорофилла для выявления районов повышенной продуктивности. — М.: ВНИРО, 1987. — 19 с.

Burkholder P.R., Sieburth J.M. Phytoplankton and chlorophyll in Gerlache and Bransfield Straits of Antarctica // Limnol. Oceanogr. - 1961. - N 6. P. - 45-52.

Determination of photosynthetic pigments in sea water. Monographs on oceanographic methodology. UNESCO. Working Group, 1966. - P. 9-18.

El-Sayed S.Z. On the productivity of the southwest Atlantic - ocean and the waters west of the Antarctic Peninsula / Biology of the Antarctic Seas. 111. Antarctic Res. Ser. 11. - 1968. - P. 15-47.

El-Sayed S.Z. On the productivity of the Southern Ocean. (Atlantic and Pacific Sectors) // Antarctic Ecology. - 1970. - Vol. 1. - P. 119-135.

**М.В.Бондаренко (ВНИРО)**

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНКТОНА В ЮПФЗ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА**

Настоящая работа является продолжением комплексных исследований, проводимых ВНИРО в зоне Южного полярного фронта, севернее о. Южная Георгия (Васильев, 1991). Целью исследований было выявление закономерностей, определяющих формирование биомассы и распределение планктона как основного объекта пищи мезопелагических рыб в этом районе.

Материалом для настоящей работы послужили сборы планктона, проведенные в период с сентября по декабрь 1988 г. на полигоне с координатами  $40^{\circ}00' - 25^{\circ}00'$  з.д. и  $48^{\circ}00' - 52^{\circ}00'$  ю.ш. (в настоящей работе рассмотрены только два разреза: по  $40^{\circ}$  з.д. - станции 21-28 и по  $39^{\circ}30'$  з.д. - станции 29-32; расстояние между станциями по широте составляло 30 миль, а по долготе — 45 миль) и на четырех микросъемках вдоль границы Южной Полярной фронтальной зоны (ЮПФЗ). Каждая микросъемка включала около 30 станций с дискретностью 5 миль (рис. 1). Планктон собирали по общепринятой методике малой сетью Джеди с диаметром входного отверстия 36 см и конусом из капронового газа № 49 по горизонтам 500-200, 200-100, 100-0 и 50-0 м. Пробы фиксировали 4%-м раствором формалина. Первичная обработка планктонных проб состояла из определения объема сестона с помощью волуменометра В.А.Яшнова (Яшнов, 1959) и визуальной оценки

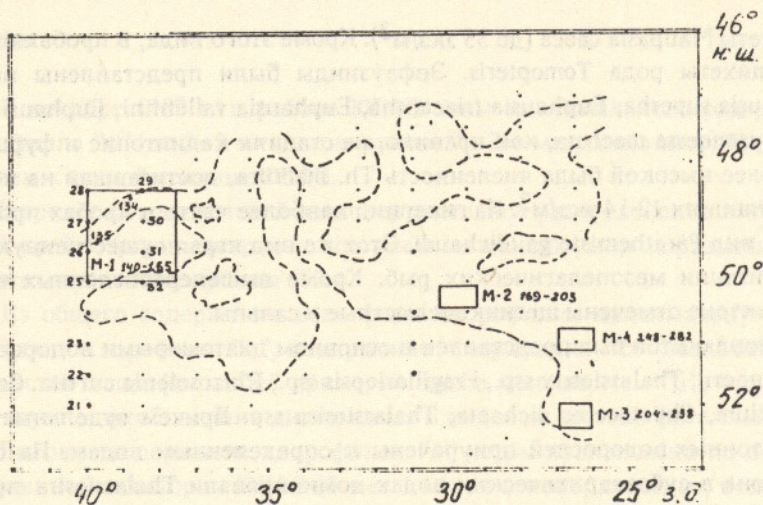


Рис. 1. Схема расположения станций в основном районе работ:

М-1 — М-4 микросъемки с номерами станций; - - - - - фронтальная зона

соотношения зоо- и фитопланктона в пробах. Для определения качественного состава фитопланктона, выделения преобладающих видов и оценки их долевого участия в создании биомассы планктона пробы просматривали под микроскопом. Соотношение отдельных видов фитопланктона в пробах выражали в процентах. Пробы зоопланктона с горизонта 100-0 м просматривали под биноклем в камере Богорова или рендом-камере, определяли видовую принадлежность и численность массовых видов. Всего было собрано и обработано 259 проб.

### Качественный состав планктона

Основу зоопланктона на всей исследованной акватории составляли веслоногие рачки — *Rhincalanus gigas*, *Calanoides acutus*, *Calanus propinquus*, *Metridia gerlachei*, *Metridia lucens*, а также их копепоидитные стадии и мелкие копеподы. В некоторых случаях численность планктона была чрезвычайно высокой (до 950 экз/м<sup>3</sup>) за счет развития крылоногих моллюсков отряда *Thecosomata* - *Lamacina Helicina*, *Lamacina inflata*, *Lamacina trochiformis*. Из других групп значительную роль в мезопланктоне играли мелкие

полихеты *Maupasia caeca* (до 35 экз/м<sup>3</sup>). Кроме этого вида, в пробах отмечены полихеты рода *Tomopteris*. Эвфаузииды были представлены видами *Euphausia superba*, *Euphausia triacantha*, *Euphausia vallentini*, *Euphausia frigida*, *Thysanoessa macrura*, как правило, на стадиях калиптопис и фурцилия. Наиболее высокой была численность *Th. macrura*, достигавшая на некоторых станциях 12-14 экз/м<sup>3</sup>. Из гипериид наиболее часто в пробах присутствовал вид *Parathemisto gaudichaudi*. Этот же вид играл существенную роль и в питании мезопелагических рыб. Кроме вышеперечисленных видов, в планктоне отмечены щетинкочелюстные и сальпы.

Фитопланктон был представлен в основном диатомовыми водорослями, в частности, *Thalassiotrix* ssp., *Fragillariopsis* ssp., *Rhizosolenia curvita*, *Coretron criophilum*, *Chaetoceros dictyota*, *Thalassiosira* ssp. Причем отдельные виды планктонных водорослей приурочены к определенным водам. На севере полигона в субантарктических водах доминировали *Thalassiosira* ssp., *Ch. dictyota*, *C. criophilum*, на южных же станциях в антарктических водах преобладали *Thalassiotrix* и *Fragillariopsis*. Данные по видовому составу планктона хорошо соответствуют полученным ранее для того же сезона года (Васильев, 1991).

### Распределение планктона на меридиональных разрезах

Разрез по 40° з.д. начинается в антарктических водах (ст. 21-23), проходит через фронтальную зону (ФЗ) (ст. 24), квазистационарный меандр антарктических вод (ст. 25-26) и оканчивается в субантарктических водах (ст. 27-28). Разрез по 39°30' з.д. аналогичен предыдущему. Станции 29, 30 расположены в ФЗ, станции 30, 31 в антарктических водах и, наконец, станция 32 — опять в ФЗ. Биомасса по разрезам в слое 100-0 м колебалась от 0,01 до 0,725 г/м<sup>3</sup> (ст. 31). Средняя биомасса для расположенных в меандре станций (ст. 25, 26, 30, 31) была около 0,300 г/м<sup>3</sup>, тогда как на остальных — в среднем на порядок ниже (рис. 2). Фитопланктон на станциях был представлен в основном диатомовыми водорослями *Thalassiotrix* ssp., *Fragillariopsis* ssp., *Ch. dictyota*, *C. criophilum* с преобладанием *Thalassiotrix* ssp. На станции 31 наблюдалось некоторое повышение биомассы планктона, вызванное цветением *Thalassiotrix*. Биомасса планктона в слое 50-0 м составила 1,08 г/м<sup>3</sup>. Зоопланктон был представлен в основном тремя видами калянид — *Rh. gigas*, *C. acutus*, *C. propinquus*, их копепоидными стадиями и мелкими копеподами. Кроме того, в пробах отмечены эвфаузииды *E. tria-*

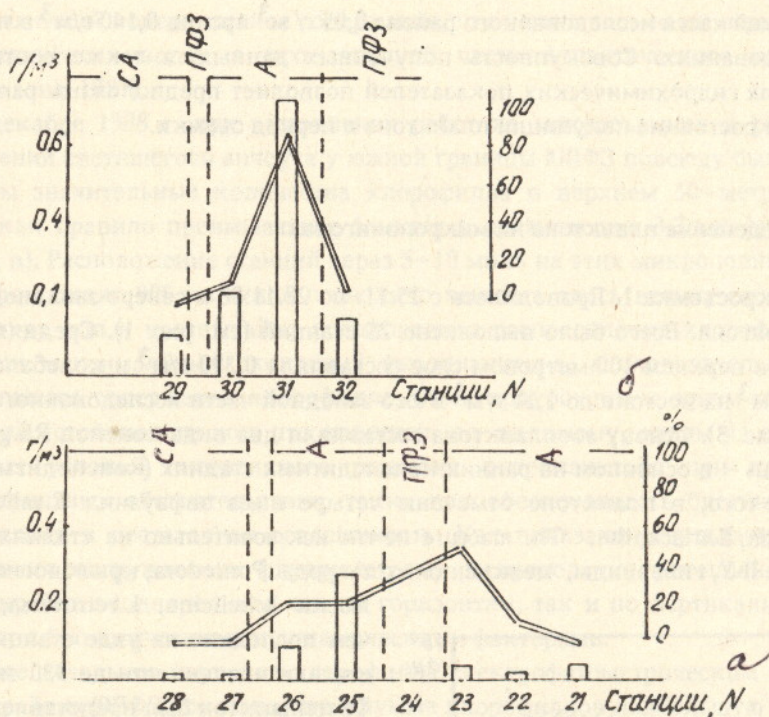


Рис. 2. Объем сестона ( $г/м^3$ ) и доля фитопланктона в пробах (%) на меридиональных разрезах:

а — по 40° з.д. (ст. 21–28); б — по 39°30' з.д. (ст. 29–32)

cantha, *E. frigida*, *E. vallentini*, *Th. macrura*, гипериды, полихеты, крылоногие моллюски, щетинкочелюстные и сальпы. В связи с ограниченным объемом материала трудно судить о приуроченности отдельных видов планктона к определенным типам вод, однако можно отметить, что *Rh. gigas* и *S. acutus* более характерны для антарктических вод и ФЗ и почти не встречаются в субантарктических водах. В зоне цветения *Thalassiotrix* зоопланктон состоит в основном из копеподитных стадий, мелких форм копепод, личинок эвфаузиид на стадии калиптопис и фурцилия, полихет. По периферии же пятна фитопланктона зоопланктон представлен в основном половозрелыми формами. Сравнивая наши данные с полученными ранее (Васильев, 1991) в аналогичном районе, можно отметить, что биомасса планктона в тот же сезон была несколько ниже и составляла в среднем по

западной части исследованного района  $0,05 \text{ г/м}^3$  против  $0,140 \text{ г/м}^3$  в наших исследованиях. Совокупность полученных данных, а также соответствующих гидрохимических показателей позволяет предположить ранневесеннее состояние популяции планктона в период съемки.

### Распределение планктона на микрополигонах

**Микросъёмка 1.** Проводилась с 25.11. по 28.11.88 в северо-западной части полигона. Всего было выполнено 25 станций (см. рис. 1). Средняя биомасса в верхнем 100-метровом слое составляла  $0,390 \text{ г/м}^3$  и колебалась от  $0,01 \text{ г/м}^3$  на востоке до  $1,18 \text{ г/м}^3$  в юго-западной части исследованного района (рис. 3). Основу зоопланктона составляли два вида копепод *Rh.gigas* и *S.acutus* – в основном на ранних копеподитных стадиях (копеподиты I-III). Кроме того, в планктоне отмечены четыре вида эвфаузиид *E.vallentini*, *E.frigida*, *E.triactantha*, *Th. macrura* почти исключительно на стадиях фурцилия П-У, гипериды, мелкие полихеты рода *Pontodora*, крылоногие моллюски *L.helicina*, *L.retroversa*, причем последние на ряде станций достигали численности до  $930 \text{ экз/м}^3$ . Фитопланктон был представлен следующими видами: *Thalassiotrix* ssp., *Chaetoceros criophilum*, *Fragillariopsis* ssp., *Rhizosolenia curvita*, *Rh. stiliformis*, *Coretron criophilum*.

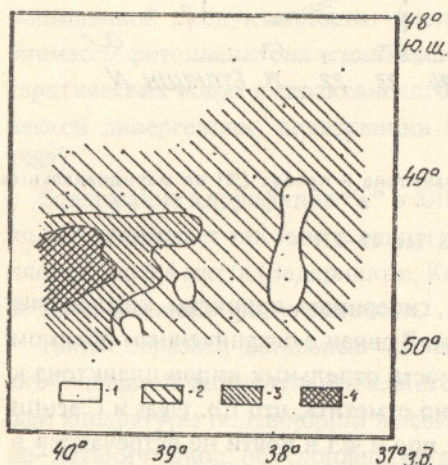


Рис. 3. Распределение биомассы сес-тона ( $\text{г/м}^3$ ) в слое 100–0 м (микро-съёмка 1):

1 –  $< 0,1$ ; 2 –  $0,1–0,5$ ; 3 –  $0,5–1,0$ ; 4 –  $> 1,0$

Такое обилие видов, а также их видовой состав более характерны для субантарктических вод и ФЗ. Повышение биомассы планктона в юго-западной части района вызвано цветением *Thalassiotrix* ssp., что более характерно для антарктических вод. Распределение полей максимальной численности планктона хорошо согласуется с конфигурацией изотерм на горизонтах 10 и 100 м. Максимальная биомасса планктона приходится на районы, ограничен-

ные изотермами 3,0-3,5°C, и располагается в затоках антарктических вод. Преобладание в период проведения микросъемки в зоопланктоне копепоидов I-III стадий, а также цветение фитопланктона позволяют сделать вывод о начале в этом районе интенсивных весенних процессов.

**Микросъемка 2.** Проводилась с 02.12 по 05.12.88 на южной границе ФЗ. Всего выполнено 29 станций. Биомасса планктона в среднем по району была достаточно высокой и составляла в слое 100-0 м 0,78 г/м<sup>3</sup> (рис. 4). Основу биомассы зоопланктона, как и в описанных ранее районах, составляли копеподы *Rh.gigas*, *S.acutus* и *S.propinguus*. Эвфаузииды были представлены в основном одним видом – *Th.mastura* на стадиях калиптопис и фурцилия. На отдельных станциях по численности доминировали крылоногие моллюски рода *Lamicina* (до 490 экз/м<sup>3</sup>) и мелкие полихеты *M.caeca* (до 58 экз/м<sup>3</sup>), однако из-за небольших размеров эти виды не играли существенной роли в формировании биомассы планктона. Кроме того, в пробах отмечены гиперииды и щетинкочелюстные. Фитопланктон был представлен в основном двумя видами – *Thalassiotrix ssp.* и *Fragillariopsis ssp.* Интенсивное цветение наблюдалось в центральной части района. Однако следует отметить, что по мере продвижения с севера на юг биомасса *Thalassiotrix ssp.* снижается и возрастает биомасса *Fragillariopsis ssp.*; в районе изотерм 3,0-3,5°C проходит 50%-я граница (рис. 5). Так, в северной части района (ст. 187 – 1,78 г/м<sup>3</sup>; ст. 188 – 1,62 г/м<sup>3</sup>) фитопланктон на 95% состоит из *Thalassiotrix ssp.*, тогда как в южной части (ст. 185 – 1,82 г/м<sup>3</sup>) почти

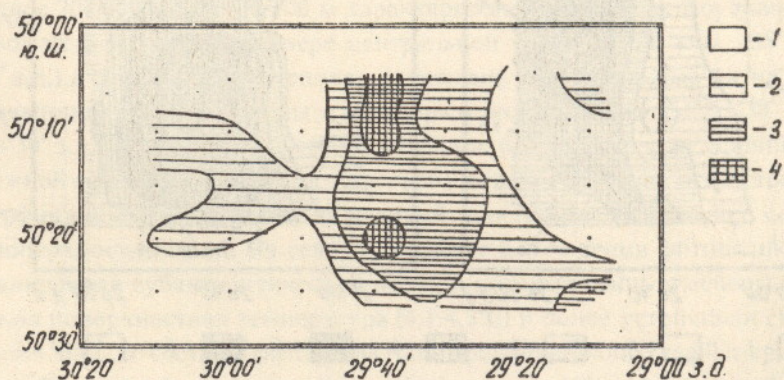


Рис. 4. Распределение биомассы сестона (г/м<sup>3</sup>) в слое 100-0 м (микросъемка 2):  
1 – < 0,5; 2 – 0,5-1,0; 3 – 1,0-1,5; 4 – > 1,5

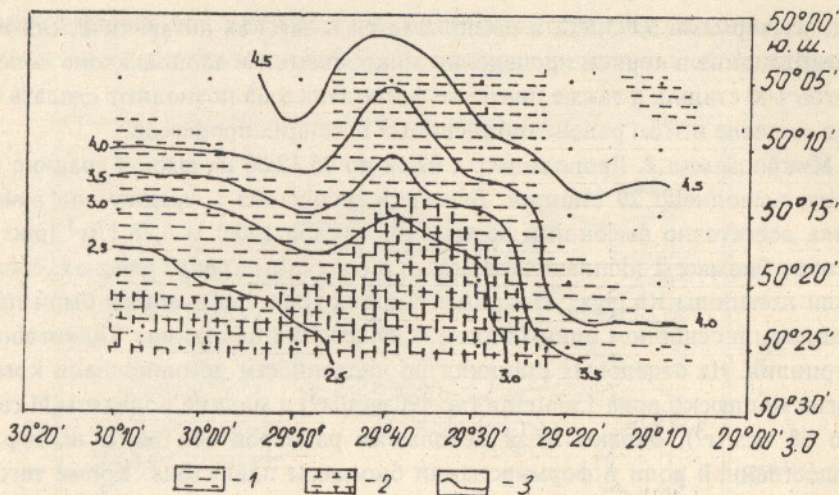


Рис. 5. Распределение массовых видов фитопланктона в водах полярного фронта (микросъемка 2):

1 - *Thalassiotrix* > 50%; 2 - *Fragillariopsis* > 50%; 3 - изотермы (H = 10 м)

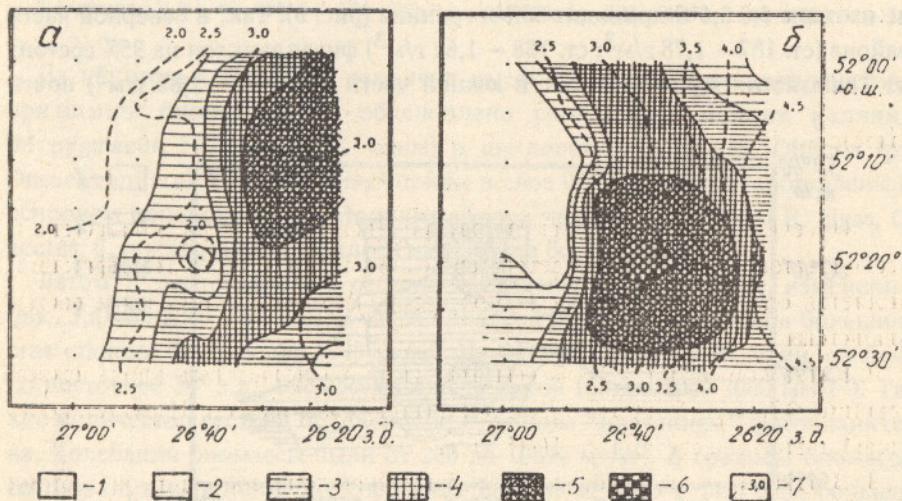


Рис. 6. Распределение биомассы сестона ( $\text{г}/\text{м}^3$ ) в слое 100-0 м для микросъемки 3 (а) и микросъемки 4 (б):

1 - < 0,5; 2 - 0,5-1,0; 3 - 1,0-1,5; 4 - 1,5-2,5; 5 - 2,5-5,0; 6 - > 5,0; 7 - ---- T, °C; H = 10 м

полностью из *Fragillariopsis* ssp. В пятнах максимальной биомассы фитопланктона зоопланктон в основном представлен копеподами 1-II, личинками эвфаузиид, мелкими полихетами. На периферии пятен в слое 100-0 м в значительной степени доминируют половозрелые особи копепод. Аналогичная картина распределения планктона и его состав отмечены и для микросъемок 3 и 4 (рис. 6) на южной границе ФЗ.

Рассматривая характер распределения планктона в исследуемом районе необходимо отметить, что пятна повышенной биомассы планктона вдоль границы ФЗ располагаются, как правило в затоках антарктических вод и ограничены изотермами 3,0-3,5°C. Протяженность полей планктона невелика порядка 10-15 миль для всех исследованных районов. Границы пятен очерчены достаточно резко. В центральной части пятен зоопланктон состоит из копеподитных стадий, мелких полихет, личинок эвфаузиид. Половозрелые особи, как правило, обитают по периферии пятна. Сравнивая распределение планктона и мезопелагических рыб (Гончаров, Бондаренко, 1990), можно отметить, что максимальные скопления миктофид наблюдались по периферии пятен планктона и были ориентированы вдоль ФЗ. Такой характер распределения рыбных скоплений связан, скорее всего с распределением объектов их пищи.

## Выводы

1. Отмечен зональный характер распределения зоо- и фитопланктона в исследованном районе. Распространение вод тех или иных модификаций является одним из важных факторов, определяющих биомассу и состав планктона.

2. Пятна повышенной биомассы планктона располагались вдоль южной границы ФЗ, как правило, в затоках антарктических вод. Протяженность полей планктона составляла 10-15 миль.

3. В районах массового цветения фитопланктона зоопланктон состоял преимущественно из копеподитов, личинок эвфаузиид и мелких полихет. Половозрелые копеподы обитали, как правило, по периферии пятна, там же отмечены и максимальные скопления мезопелагических рыб.



## Список использованной литературы

Васильев В. И. Сезонные изменения мезозoopлankтона в полярной фронтальной зоне Атлантического океана // Биологические ресурсы: состояние, перспективы и проблемы их рационального использования. — Электрон Карлсберга в Южной Полярной фронтальной зоне. Т. 2: Сборник научных трудов. — М.: ВНИРО, 1991. — С. 20-34.

Гончаров С. М., Бондаренко М. В. Гидроакустическая оценка биомассы и распределения планктона // Биологические ресурсы: состояние, перспективы и проблемы их рационального использования. — Электрон Карлсберга в Южной Полярной фронтальной зоне. Т. 1: Сборник научных трудов. — М.: ВНИРО, 1990. — С. 147-154.

Яшнов В. А. Новая модель волюменометра для быстрого и точного определения объема планктона в экспедиционных условиях // Зоологический журнал. — 1959. — Т. 38, вып. 11. С. 1741-1743.

**В.И.Васильев (МГУ)**

## СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕЗОЗООПЛАНКТОНА В ЮПФЗ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

Южная Полярная фронтальная зона (ЮПФЗ) Атлантического океана является одним из наиболее продуктивных районов Мирового океана и характеризуется скоплением различных видов рыб. В их число входят и рыбы семейства Mystophidae, в частности, *Electrona carlsbergi*. Промысел миктофиз ведется обычно в теплый период года, когда происходит их концентрация в ЮПФЗ. Питаются они в основном мезозoopлankтоном, который также достигает наибольшего развития в теплый период года.

Экспедиции на РТМС "Возрождение" за последние два года значительно расширили наши знания о планктоне района ЮПФЗ. В настоящей работе мы рассмотрим распределение зоопланктона в весенний, летний и зимний периоды. Ранее детального анализа видового состава зоопланктона, количественного и качественного распределения его по сезонам в рассматриваемом районе не проводилось.

Материалом для работы послужили сборы планктона, проведенные в октябре, декабре 1987 г. и июне 1989 г. (рис. 1). Полигон, на котором собирали планктон, был ограничен координатами 40-25° з.д. и 46-53° ю.ш. Планктонные съемки были проведены в октябре на 91 станции, в декабре