
ВЕСЕННИЙ ФИТОПЛАНКТОН ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

О. А. МОВЧАН

В марте — июне 1958 г. по плану МГГ на научно-исследовательском судне «Михаил Ломоносов» проводили океанографические исследования в Северной Атлантике (рис. 1).

Материалом для настоящей работы послужили пробы фитопланктона, собранные с 20 апреля по 5 мая на IV и V разрезах, проходящих в районе Ньюфаундлендской банки и банки Флемиш-Кап.

Исследуемый район весьма сложен по своим гидрологическим условиям. Здесь встречаются две водные массы: с севера подходят холодные субполярные воды, с юга — теплые воды Северо-Атлантического

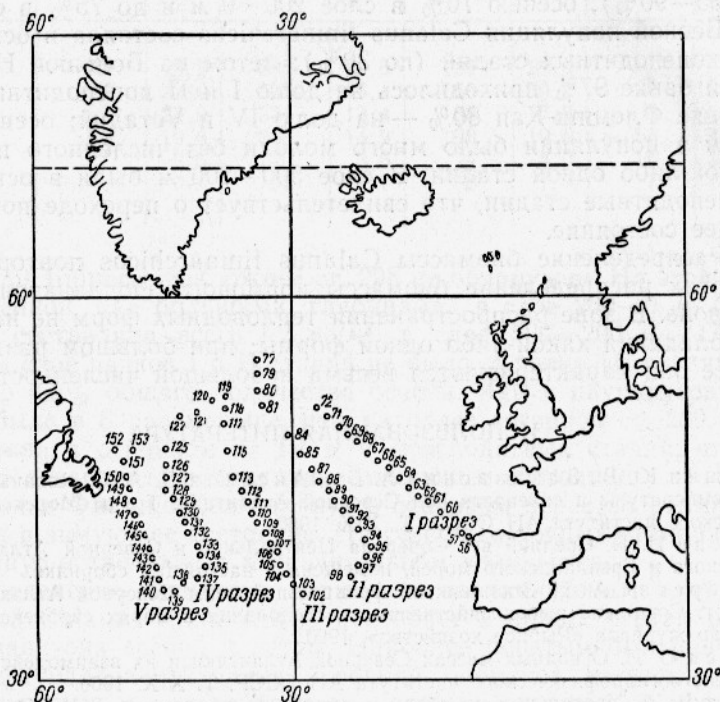


Рис. 1. Схема маршрута второго рейса научно-исследовательского судна «Михаил Ломоносов».

течения. Рельеф дна, характеризующийся резким изменением глубин на небольшом протяжении, влияет на распределение водных масс, что в свою очередь обуславливает характерные особенности в развитии планктона.

Имеется ряд работ, посвященных фитопланктону районов, смежных с исследованным нами. К ним относится работа Holmes [13], в которой приводятся результаты круглогодичных наблюдений за фитопланктоном Лабрадорского моря. Несомненный интерес представляют исследования Н. Gran и Т. Braagud [12] в марте — сентябре 1932 г. в заливах Мэн и Фанди. Они не только дают общую характеристику, но и показывают изменения качественного и количественного состава фитопланктона в различные сезоны.

Крупные комплексные океанографические исследования, в том числе исследования фитопланктона [10], были проведены в 1952—1954 гг. в проливе Лонг-Айленд и т. д.

В исследованном нами районе планктонные работы до рейсов «Михаила Ломоносова» не проводились, несмотря на то, что район Ньюфаундлендской банки и банки Флемиш-Кап имеет большое промысловое значение.

Пробы фитопланктона для количественной обработки собирали с помощью батометра емкостью 1 л с пяти стандартных горизонтов: 0,5; 10; 25; 50 и 100 м, согласно программе обязательного объема работ по плану МГГ. Обработывали пробы в лабораторных условиях при помощи метода осаждения, предложенного П. И. Усачевым.

Для 15 наиболее массовых видов определили средний вес и на основании подсчета числа клеток установили биомассу фитопланктона по станциям для слоя 100—0 м.

Сверх программы провели сбор кингстонных проб для качественной обработки. Кингстонные пробы собирали следующим образом: воду, поступающую с глубины 3 м через кингстонный отвод, фильтровали через сетку из шелкового сита с 61 ячейкой на 1 см. Помимо этого, для качественного просмотра использовали пробы планктона, собранные сетью Джеди из шелкового сита с 38 ячейками на 1 см.

Сетные и кингстонные пробы просматривали под микроскопом, определяли их качественный состав и отмечали преобладающие виды.

Всего обработано 180 проб, из них 115 батометрических, 50 сетных, 15 кингстонных.

Видовой состав фитопланктона в апреле оказался довольно богатым — 73 вида, из которых 43 вида встречено в батометрических пробах, 30 в сетных и 56 в кингстонных пробах (см. приложение).

Преобладающими по числу видов в весеннем фитопланктоне были диатомовые (41 вид), значительно меньшим количеством видов были представлены перидиниевые (26 видов). Кремнежгутиковые (2 вида), кокколитофориды (2 вида) и разножгутиковые (1 вид) были весьма немногочисленны.

В фитогеографическом отношении намечается следующее распределение форм: арктических 10 видов (14%), арктическо-бореальных 10 видов (14%); бореальных 25 видов (34%), умеренно тепловодных и тепловодных 14 видов (19%). Остальные 14 видов (19%) составляют виды с широким экологическим диапазоном, виды, имеющие неясную фитогеографическую характеристику, а также организмы, не определенные до вида.

Анализ распределения видов свидетельствует, что в северной части района, до поверхностной изотермы воды 10°С, в основном встречаются бореальные (*Gymnodinium wulfii*, *Thalassiosira decipiens*, *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, *Chaetoceros concavicornis*, *Chaetoceros atlanticus*, *Chaetoceros convolutus*) и арктическо-бореальные (*Thalassiosira nordenskiöldii*, *Chaetoceros decipiens*, *Thalassiothrix longissima*, *Nitzschia seriata*) виды с примесью арктических (*Ceratium arcticum*, *Thalassiosira hyalina*, *Fragillaria cylindrus*).

Арктические виды единично встречаются до 45° с. ш. Южнее они не обнаружены. На некоторых станциях в субполярных водах в небольшом количестве встречены также тепловодные виды (*Oxytoxum gladiolus* и *Eucampia zoodiacus*).

В южной части района в теплых водах Северо-Атлантического течения (температура поверхностного слоя воды от 10 до 17°С) найдены умеренно тепловодные виды (*Thalassiosira subtilis*, *Thalassiothrix delicatula*, *Eucampia zoodiacus*) и бореальные (*Nitzschia delicatissima*) с примесью тропических (*Dinophysis hastata*, *Ceratium pentagonum*, *Planktoniella sol*, *Chaetoceros peruvianus*).

Многие из этих видов обнаружены и в соседних районах. Так, весной в проливе Лонг-Айленд [10] отмечено развитие *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Thalassiosira gravida*, *Nitzschia delicatissima*, *Eucampia zoodiacus*. В Лабрадорском море [13] в апреле — мае развивались *Chaetoceros*

decipiens, *Chaetoceros atlanticus*, *Thalassiosira gravida*, *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Nitzschia closterium*, *Nitzschia delicatissima*. В заливах Мэн и Фанди, как отмечают Н. Гран и Т. Брааруд [12], значительную роль в весеннем диатомовом цветении играли *Thalassiosira nordenskiöldii* и *Chaetoceros debilis*.

Таким образом, в составе фитопланктона исследованного и соседних районов имеется много общего, но сроки весеннего цветения в них не совпадают. По литературным данным, весенний максимум в более южных районах наблюдается раньше, чем в северных: в проливе Лонг-Айленд он был отмечен в феврале — марте [10], а в Лабрадорском море — в мае — июне [13].

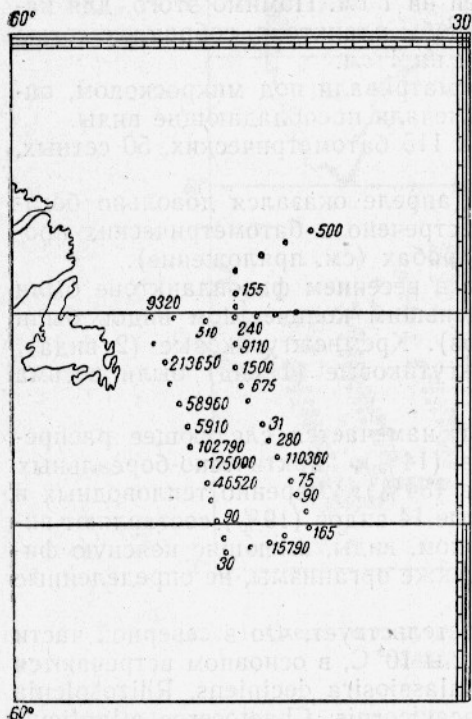


Рис. 2. Количественное распределение фитопланктона (тыс. клеток в 1 м^3) во второй половине апреля 1958 г. в слое 100—0 м.

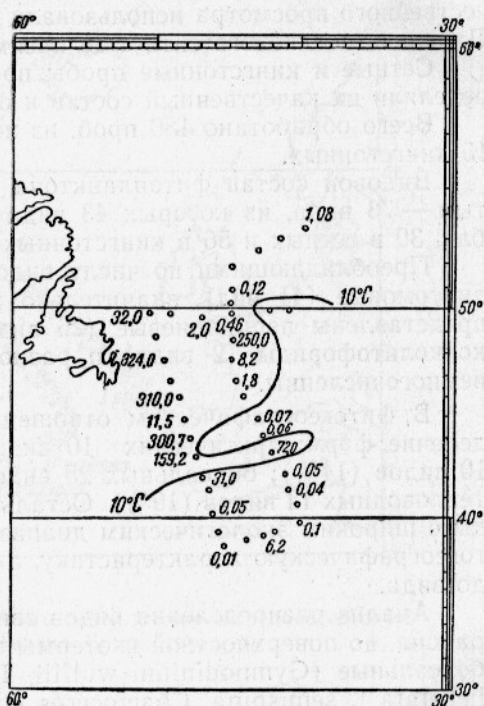


Рис. 3. Распределение биомассы фитопланктона в $\text{мг}/\text{м}^3$ в слое 100—0 м.

Исследованный нами район по гидрологическим условиям аналогичен району соприкосновения теплых вод Куроисио и холодных вод Ойясио в северо-западной части Тихого океана. Поэтому интересно сравнить эти два района. В северо-западной части Тихого океана, так же как и в районе наших исследований, наблюдается быстрая смена холодноводных форм умеренными и затем тепловодными в направлении с севера на юг на протяжении 700 миль. Кроме того, многие виды являются общими для Атлантического и Тихого океанов; из арктических и арктическо-бореальных видов — *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Thalassiosira gravida*, *Chaetoceros furcellatus*, *Bacteriosira fragilis*, из бореальных — *Chaetoceros atlanticus*, *Chaetoceros convolutus*, *Corethron hystrix*, *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, из умеренно тепловодных и тепловодных — *Thalassiosira subtilis*, *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia alata*, *Thalassiothrix delicatula* [1, 6, 7, 8].

Как показали наши материалы, в апреле в исследованном районе на ряде станций наблюдалось массовое развитие фитопланктона (рис. 2, 3).

Наиболее интенсивным было цветение в районе Ньюфаундлендской банки (ст. 148—150). Здесь мы находим максимальное количество клеток — 200 млн. в 1 м^3 и максимальную биомассу — 324 мг/м^3 . Массовое развитие получили различные виды *Chaetoceros* (*Ch. debilis*, *Ch. decipiens*, *Ch. concavicornis*, *Ch. atlanticus*), а также *Thalassiosira decipiens*, *Th. nordenskiöldii* и *Fragilaria oceanica*. Большинство этих видов относится к арктическо-бореальному комплексу, что вполне согласуется с температурными условиями (на поверхности температура воды колебалась от 0 до $2,5^\circ \text{C}$).

В этом же районе, по данным отряда гидрохимии, отмечено наибольшее содержание кислорода в верхних слоях воды ($8,3\text{—}9,5 \text{ мг/л}$). Это, несомненно, обусловлено мощной фотосинтетической деятельностью фитопланктона. Сравнительно высоким было также содержание биогенов в поверхностном слое воды ($15\text{—}20 \text{ мг/м}^3$ фосфатов, около 10 мг/м^3 нитратов), что довольно необычно для района с высоким развитием фитопланктона. Это, по-видимому, можно объяснить только что начавшимся развитием фитопланктона, в связи с чем биогенные элементы еще не были полностью потреблены.

По богатству фитопланктона и его видовому составу очень близка к описанным выше ст. 146. Здесь наблюдается развитие тех же арктическо-бореальных видов, что и в районе Ньюфаундлендской банки (*Thalassiosira decipiens*, *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Chaetoceros debilis*, *Chaetoceros decipiens*), но в то же время здесь заметно влияние теплых вод Северо-Атлантического течения (температура воды 8°C , т. е. значительно выше, чем на Ньюфаундлендской банке). На этой станции в значительном количестве (до 8 млн. клеток в 1 м^3) была отмечена умеренно тепловодная форма *Eucampia zoodiacus*.

Значительно отличается от соседних ст. 147. Количество фитопланктона здесь невелико (около 6 млн. клеток в 1 м^3). Это единственная станция, где в процентном отношении преобладают перидиниевые (*Gymnodinium wulfii* и *Oxytoxum gladiolus*), составляющие 70% от общего числа клеток.

В северной части IV разреза, включая ст. 131, количественное развитие фитопланктона было очень незначительным (исключение составляет ст. 126, о которой будет сказано ниже), число клеток выражается десятками и сотнями тысяч в 1 м^3 , а биомасса на большинстве станций выражалась в десятых долях миллиграмма (см. рис. 2 и 3). Количество кислорода здесь ниже, чем на Ньюфаундлендской банке ($6\text{—}7 \text{ мг/м}^3$), а содержание биогенов достаточно высокое.

Основу фитопланктона составляют бореальные виды *Gymnodinium wulfii* и *Nitzschia delicatissima*, на севере (в районе ст. 120—125) к ним примешивается арктическо-бореальный вид *Chaetoceros debilis*, а южнее (в районе ст. 125—131) арктическо-бореальные виды исчезают и появляются в небольшом количестве тепловодные виды *Chaetoceros peruvianus*, *Oxytoxum gladiolus*.

Как уже было сказано, ст. 126 является исключением. Общее количество клеток в слое 100—0 м здесь невелико — 9 млн. в 1 м^3 , но так как это количество в основном представлено двумя крупными формами *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina* и *Thalassiothrix longissima*, то биомасса оказалась достаточно высокой — 250 мг/м^3 . *Thalassiothrix longissima* был встречен нами только на этой станции. Holmes [13], обнаруживший этот вид в марте в Лабрадорском море, относит его к комплек-

су видов, характеризующих умеренно тепловодные районы и не являющихся эндемиками Лабрадорского моря. Он считает, что эти виды появились в Лабрадорском море в результате контакта Западно-Гренландского, Лабрадорского и Ирмингера течения с водными массами южного происхождения. Трудно сказать, почему *Thalassiothrix longissima* дал такую вспышку на ст. 126. По-видимому, будучи занесенным сюда с северо-востока (на юге, в водах Северо-Атлантического течения этот вид не встречается), он нашел здесь благоприятные условия для своего развития.

Район прохождения поверхностной изотермы воды 10°С (ст. 132 и 144) является относительно богатым по количеству клеток. По-видимому, здесь проходит полоса наиболее интенсивного перемешивания, так как в районе этих станций, по данным отряда гидрологии, изотермы очень сближены и происходит подъем глубинных вод, богатых биогенами. В поверхностных слоях (до 100 м), где наблюдается интенсивное развитие фитопланктона, биогенов содержится значительно меньше (5—9 мг/м³ фосфатов, около 10 мг/м³ нитратов), чем в глубинных слоях.

На ст. 132 и 144 найдено значительное количество водорослей (50—100 млн. клеток в 1 м³, что составляет биомассу 30—70 мг/м³). Основную массу их составляют бореальная форма *Nitzschia delicatissima* и умеренно тепловодная *Thalassiothrix delicatula*, остальные виды представлены очень небольшим числом клеток. Среди них можно отметить тепловодные формы *Chaetoceros peruvianus*, *Ceratium pentagonum*, *Ochrotoxum gladiolus*. Таким образом, на составе фитопланктона, в котором тепловодные виды играют гораздо более значительную роль, чем в северной части района, сказывается влияние теплых вод Северо-Атлантического течения.

Южнее ст. 132 и 144 воды этого течения, несмотря на высокую температуру (12—16°С на поверхности) и значительное количество биогенов в поверхностных слоях, оказались бедными фитопланктоном. Количество его в слое 100—0 м в среднем не превышало 100 тыс. клеток в 1 м³, а биомасса выражалась десятками и сотыми долями миллиграмма. Исключение составляют ст. 138 и 142. Фитопланктон в этом районе представлен в основном тепловодными и умеренно тепловодными видами (*Chaetoceros peruvianus*, *Planktoniella sol*, *Dictyocha fibula*).

По количественному развитию фитопланктона выделяется две станции: 138, на которой обнаружено значительное количество клеток бореальной формы *Nitzschia delicatissima* (около 20 млн. в 1 м³), и 142, на которой, согласно батометрическим пробам, количество фитопланктона невелико (90 тыс. клеток в 1 м³), но в сетных пробах с горизонтов 100—50 и 50—25 м в большом количестве содрожалась *Thalassiosira subtilis*, относящаяся к умеренно тепловодным видам. В батометрических пробах *Thalassiosira subtilis* нами не найдена. На ст. 142 на глубине 50 м гидрохимические исследования показали наличие значительного количества нитритов (порядка 10 мг/л), в то время как на других станциях они не обнаружены.

Таким образом, по количественному развитию фитопланктона субполярные воды неизмеримо богаче вод Северо-Атлантического течения.

Массовое развитие диатомовых (*Chaetoceros debilis*, *Ch. decipiens*, *Thalassiosira subtilis*, *Thalassiothrix longissima*, *Th. delicatula*, *Nitzschia seriata*, *N. delicatissima*), отмеченное нами на ряде станций, а также вызванное этим минимальное содержание биогенов в поверхностных слоях и перенасыщение последних кислородом (110—117%, по данным отрядов гидрологии и гидрохимии) характерны для весеннего периода.

Относительно вертикального распределения фитопланктона, на основании нашего материала можно сказать, что на глубине 10 м клеток было несколько больше, чем на поверхности и на нижних горизонтах.

ВЫВОДЫ

1. Видовой состав фитопланктона исследованного района в апреле был достаточно богатым. Всего найдено 73 вида. По количеству видов на первом месте стоят диатомовые (41 вид), затем перидиниевые (26 видов); кремнежгутиковые и кокколитофориды представлены двумя видами и разножгутиковые — одним видом.

2. В связи с тем что в исследованном районе происходит смешение двух водных масс (холодной субполярной и теплой воды Северо-Атлантического течения), фитогеографический состав довольно разнообразен. В пробах найдены представители всех групп от арктической до тепловодной. По количеству видов преобладали бореальные формы.

3. В северной части района большинство видов составляли бореальные и арктическо-бореальные с примесью арктических, в южной части — умеренно тепловодные и бореальные с примесью тропических.

4. Многие виды (*Thalassiosira nordensköldii*, *Thalassiosira gravida*, *Thalassiosira subtilis*, *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, *Rhizosolenia alata*, *Chaetoceros furcellatus*, *Chaetoceros atlanticus*, *Chaetoceros convolutus*, *Thalassiothrix delicatula*, *Planktoniella sol* и др.) являются общими для Атлантического и Тихого океанов.

5. В апреле на ряде станций наблюдалось массовое развитие фитопланктона. Наиболее интенсивное цветение (200 млн. клеток в 1 м³, биомасса 300 мг/м³) отмечено в районе Ньюфаундлендской банки.

6. Количественное развитие фитопланктона в субполярных водах было более интенсивным, чем в водах Северо-Атлантического течения.

7. В количественном отношении в фитопланктоне исследуемого района преобладали диатомовые. На большинстве станций они составляли более 90% от общего числа клеток, что характерно для весеннего периода.

8. Относительно вертикального распределения фитопланктона, на основании нашего материала, можно сказать, что на глубине 10 м клеток было несколько больше, чем на поверхности и на нижних горизонтах.

СПИСОК

ВИДОВ ФИТОПЛАНКТОНА, ВСТРЕЧЕННЫХ В ИССЛЕДОВАННОМ РАЙОНЕ

Peridinea

1. *Gymnodinium wulfii* Shiller
2. *Gymnodinium arcticum* Wulff
3. *Amphidinium* sp.
4. *Phalacroma* sp.
5. *Dinophysis norvegica* Claparède et Lachmann
6. *Dinophysis sphaerica* Stein
7. *Dinophysis rotundata* Claparède et Lachmann
8. *Dinophysis arctica* Mereschkowsky
9. *Dinophysis hastata* Stein
10. *Peridinium roseum* Pauls.
11. *Peridinium pellucidum* (Bergh) Schuff
12. *Peridinium depressum* Bailey
13. *Peridinium oceanicum* Vanhoffen
14. *Peridinium thorianum* Pauls.

15. *Peridinium brevipes* Pauls.
16. *Peridinium conicoides* Pauls.
17. *Peridinium* sp.
18. *Goniaulax spinifera* (Clap. et Lach.) Diesing
19. *Ceratium tripos* (O. F. Müller) Nitzsch
20. *Ceratium tripos* v. *atlanticum* Ostenfeld
21. *Ceratium fusus* (Ehr.) Dujardin
22. *Ceratium arcticum* (Ehr.) Cleve
23. *Ceratium pentagonum* Gourret
24. *Ceratium intermedium* (Jorg.) Jorgensen
25. *Ceratium platicorne* Daday.
26. *Oxytoxum gladiolus* Stein
27. *Oxytoxum scolopax* Stein

Heteroconthae

28. *Halosphaera viridis* Schmitz

Diatomea

29. *Coscinodiscus centralis* Ehr.
30. *Coscinodiscus oculus* — *iridis* Ehr.
31. *Planktoniella sol* (Wallich.) Schutt.
32. *Thalassiosira nordenskiöldii* Cl.
33. *Thalassiosira decipiens* (Grun.) Jorg.
34. *Thalassiosira rotula* Meunier.
35. *Thalassiosira gravida* Cl.
36. *Thalassiosira hyalina* (Grun.) Gran.
37. *Thalassiosira subtilis* (Osten.) Gran.
38. *Bacteriosira fragilis* Gran.
39. *Sceletonema costatum* (Greville) Cl.
40. *Corethron hystrix* Hensen.
41. *Rhizosolenia styliformis* Bright.
42. *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) Gran f. *semispina* (Hensen) Gran
43. *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) Gran f. *niemalis* Gran.
44. *Rhizosolenia alata* Brighth.
45. *Rhizosolenia delicatula* Cl.
46. *Chaetoceros peruvianus* Brighth.
47. *Chaetoceros concavicornis* Mangin.
48. *Chaetoceros debilis* Cl.
49. *Chaetoceros decipiens* Cl.
50. *Chaetoceros curvisetus* Cl.
51. *Chaetoceros borealis* Bail.
52. *Chaetoceros eibonii* Grun.
53. *Chaetoceros subsecundus* (Grun.) Hust.
54. *Chaetoceros atlanticus* Cl.
55. *Chaetoceros convolutus* Castr.
56. *Chaetoceros teres* Cl.
57. *Chaetoceros socialis* Lauder
58. *Chaetoceros holsaticus* Schutt.
59. *Chaetoceros furcellatus* Bail.
60. *Eucampia zodiacus* Ehr.
61. *Fragilaria oceanica* Cl.
62. *Fragilaria cylindrus* Grun.
63. *Thalassiothrix longissima* Cl. and Grun.
64. *Thalassiothrix delicatula* Cupp
65. *Lycmophora lungbyei* Grun.
66. *Amphiprora* sp.
67. *Nitzschia closterium* (Ehr.) W. Sm.
68. *Nitzschia seriata* Cl.
69. *Nitzschia delicatissima* Cl.

Coccolithophoridae

70. *Pontosphaera huxleyi* Lomann
71. *Syracosphaera* sp.

Silicoflagellatae

72. *Distephanus speculum* (Ehr.) Haeckel, v. *regularis* Lemm.
73. *Dictyochoa fibula* Ehr.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Беклемишев К. В. и Семина Г. И. О структуре биогеографической границы между бореальной и тропической областями в пелагиали северо-западной части Тихого океана. ДАН СССР. Т. 108. № 6. 1956.
2. Зайцев Г. Н. Ньюфаундлендская банка. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство». 1959.
3. Киселев И. А. Фитопланктон дальневосточных морей как показатель некоторых особенностей их гидрологического режима. Труды ГОИНа. Вып. 1 [13]. Гидрометеониздат. 1947.
4. Киселев И. А. Качественный и количественный состав фитопланктона и его распределение в водах у южного Сахалина и южных Курильских островов. Исследования дальневосточных морей СССР. Вып. VI. Ч. 2. АН СССР. 1959.
5. Морозова-Водяницкая Н. В. Фитопланктон в Черном море и его количественное развитие. Труды Севастопольской биологической станции. Т. IX. АН СССР. 1957.
6. Семина Г. И. Состав и распределение фитопланктона в северо-западной части Тихого океана весной и осенью 1955 г. ДАН СССР. Т. 110. № 3. 1956.
7. Семина Г. И. Связь фитогеографических зон в пелагиали северо-западной части Тихого океана с распределением водных масс в этом районе. Труды ИОАна. Т. XXVII. 1958.
8. Смирнова Л. И. О фитопланктоне северо-западной части Тихого океана. ДАН СССР. т. 109. № 3. 1956.
9. Сорокин Ю. И., Снопков В. Г. и Гринберг И. В. Определение зависимости фотосинтеза фитопланктона от подводной освещенности в водах центральной части Атлантического океана. ДАН СССР. Т. 124. № 2. 1959.
10. Conover Shirley A., Macmillan. Oceanography of Long Island Sound 1953—1954. IV. Phytoplankton. Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection. V. XV. 1956.
11. Gran H. H. Phytoplankton. Methods and Problems. 1915.
12. Gran H. H. and Braarud T. A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Main. Journ. of the Biological Board of Canada. V. 1. № 4. 1935.
13. Holmes R. W. The animal cycle of phytoplankton in the Labrador Sea 1950—1951. Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection. V. XVI. art. 1. 1956.