

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ГРЕНЛАНДСКОГО МОРЯ

А. И. КУЗЬМИНА

Материалом для настоящей статьи послужили сборы фитопланктона, произведенные сотрудником Зоологического института АН СССР В. М. Колтуном во время Высокоширотной экспедиции Арктического на-

учно-исследовательского института на д/э «Обь» в августе — сентябре 1956 г. в северную часть Гренландского моря. Все пробы взяты батометром Нансена объемом 1 л (осадочный метод) по стандартным горизонтам 0, 10, 25, 50 и 100 м (всего 107 проб на 22 станциях). Кроме того, мы просмотрели 30 сетных проб, собранных на ряде станций сетью Нансена из сита № 3 в верхних слоях 50—0, 50—25 или 25—0 м.

Расположение станций показано на рис. 1; самые южные станции

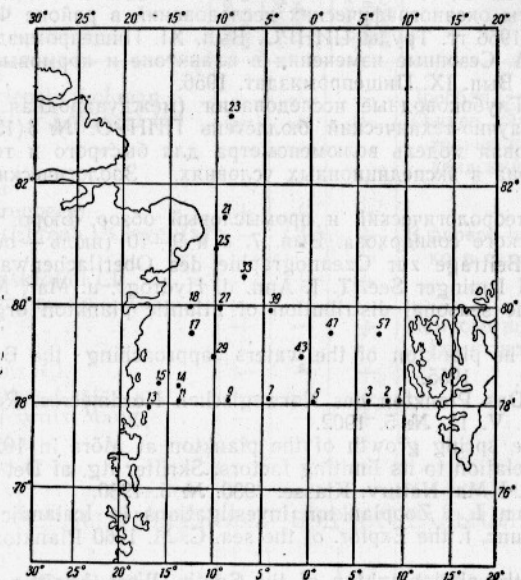


Рис. 1. Схематическая карта станций.

выполнены на разрезе от Шпицбергена до Гренландии по 78° с. ш.; а остальные — в северной и главным образом в северо-западных частях Гренландского моря, между 78 и 82° с. ш.; лишь ст. 23 расположена севернее — на 82° 56' с. ш. и 8° 30' з. д.

Ввиду того что качественные сборы были произведены сетью Нансена из редкого сита № 3, приводимый список организмов не может быть исчерпывающим.

Литературные сведения по фитопланктону Гренландского моря крайне скудны, а количественных данных нет. Некоторые сведения о диатомовых Гренландского моря получены по материалам Датской экспедиции 1891—1892 гг. [12]. В работе Р. Т. Cleve [7] приводится список организмов фитопланктона на основании обработки сборов Шведской экспедиции в водах восточной Гренландии в 1899 г. Автор перечисляет организмы, типичные для летнего сезона (июль) в районе между 70° 30' с. ш. и 74° 29' с. ш. (*Chaetoceros decipiens*, *Ch. socialis*, *Ch. furcellatus*, *Fragilaria oceanica*, *Thalassiosira gravis*) и характеризует их как арктические формы.

Н. Н. Gran [9] по материалам экспедиции «Helgoland» летом 1898 г. указывает, что весенний максимум развития неритических диатомовых наступает вблизи Шпицбергена уже в мае, причем доминируют главным образом виды рода *Thalassiosira*, *Fragilaria oceanica* и др. У крошки льда севернее Шпицбергена почти равномерно смешаны океанические и неритические виды; автор отмечает, что показателями атлантической воды с поверхностной температурой 5,2° С являются *Corethron hystrix*,

Actinocyclus ehrenbergii и *Coscinodiscus radiatus*; он указывает также северную границу для *Corethron hystrix* — 76° с. ш.

D. Damas и E. Koefoed [8] на основании сборов, произведенных экспедицией на судне «Belgica» в 1905 г. в южной и восточной частях Гренландского моря, утверждают, что в составе фитопланктона в июле преобладали диатомовые — *Fragilaria oceanica*, *Thalassiosira gravida*, *Bacterosira fragilis* и др. В восточной части моря, в районе влияния Гольфстрима (вблизи Шпицбергена), в июле авторы отмечают быстрое развитие диатомовых; в остальное время года фитопланктона почти нет. Однако воды полярного течения богаты фитопланктоном, особенно летом в прибрежной зоне Гренландии.

C. H. Ostenfeld и O. Paulsen [11] на основании летних сборов «Denmark Expedition» в 1906—1908 гг., обследовавшей прибрежные воды Гренландии в районе 6—14° з. д. и 73—78° с. ш., выделяют следующие три планктонные области: область прибрежных вод (около 90 миль от берега), для которой характерны *Chaetoceros borealis*, *Ch. decipiens*, *Fragilaria oceanica*; область плавучего льда (около 120—180 миль от берега), где преобладают *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, *Rh. obtusa*, *Chaetoceros furcellatus*, *Peridinium pellucidum* и др.; область открытых вод (6—7° з. д. и 73—75° с. ш.), где наблюдается слабое развитие фитопланктона с преобладанием *Ceratium arcticum*, *Peridinium ovatum* и *Pontosphaera borealis*.

Авторы делают вывод, что планктон области плавучего льда соответствует Восточно-Исландскому течению, тогда как планктон области прибрежных вод соответствует прибрежным водам, смешанным с водами тающего снега суши. По их мнению, планктон открытого моря относится к циркуляции центральной области Гренландского моря.

Советские ученые провели многочисленные работы в полярных морях с целью выяснить, возможно ли использование планктона, в том числе и фитопланктона, при составлении ледовых прогнозов и при определении сроков биологических сезонов [1, 6]. Однако в Гренландском море подобных исследований не проводилось.

Лишь в последние годы выполнены большие работы по исследованию планктона в Северной Атлантике, которые коснулись и Гренландского моря (ПИНРО). Работа Е. А. Павштика [5] посвящена сезонным изменениям в планктоне и кормовым миграциям сельди в Норвежском и Гренландском морях. Как указывает Е. А. Павштик, сроки наступления биологических сезонов смещаются в зависимости от увеличения или уменьшения притока атлантических вод, от охлаждения их тающими льдами и т. п. Так, в Гренландском море весенне-летний сезон длится лишь три месяца — июль и август (биологическая весна) и сентябрь (биологическое лето); биологическая осень охватывает октябрь, а с ноября по июнь продолжается биологическая зима. Каждый сезон характеризуется своеобразным состоянием планктона, в том числе и фитопланктона.

Обработанные нами материалы представляют интерес тем, что впервые приводятся сведения по составу и (что особенно важно) количественному развитию фитопланктона северной части Гренландского моря с приведением некоторых соображений о сезонных изменениях.

Всего в материалах экспедиции найдено 28 представителей фитопланктона: кокколитофориды (*Coccolithinea*) — 1, кремнежгутиковые (*Silicoflagellatae*) — 1, перидинии (*Peridineae*) — 3, диатомеи (*Diatomaceae*) — 23.

Как видно, в видовом отношении преобладали диатомовые.

Количество фитопланктона определяли по общепринятой методике, основанной на определении числа живых клеток каждого вида в счетной камере, с пересчетом на 1 л, а затем на 1 м³. Величину биомассы в весовых единицах определяли суммированием средних весов клеток каждого вида, вычисленных по их средним объемам. Эти данные представляют значительную ценность, тем более, что они редко приводятся в литературе [10, 3, 2], а размеры одного и того же вида из разных районов Мирового океана часто значительно отличаются. Средние объемы основных представителей фитопланктона Гренландского моря приведены в таблице.

Организмы	Объем одной клетки в мк ³	Организмы	Объем одной клетки в мк ³
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Bright.	263 000	<i>Eucampia zoodiacus</i> Ehr.	9 300
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cl.	56 480	<i>Chaetoceros concavicornis</i> Mangin	7 630
<i>Chaetoceros densus</i> Cl.	47 700	<i>Peridinium conicum</i> (Gran) Ost.	7 070
<i>Thalassiosira bioculata</i> (Grun.)		<i>Chaetoceros subsecundus</i> (Grun.)	
Ost.	47 620	Hust.	3 220
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grun.)		<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cl. f. <i>audax</i>	
Jörg.	36 550	Gran	3 120
<i>Thalassiosira gravida</i> Cl.	36 000	<i>Chaetoceros concavicornis</i> Mangin.	
<i>Peridinium pellucidum</i> (Bergh.)		f. <i>volans</i> (Schütt) Hust.	2 650
Schütt	34 000	<i>Distephanus speculum</i> (Ehr.) Haeckel	
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cl. et		var. <i>septenarius</i> (Ehr.) Jörg.	1 400
Grun.	20 640	<i>Chaetoceros karianus</i> Grun.	1 240
<i>Corethron hystrix</i> Hensen	19 510	<i>Fragilaria oceanica</i> Cl.	420
<i>Chaetoceros borealis</i> Bail.	16 700	<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder	100
<i>Peridinium brevipes</i> Pauls.	14 300	<i>Thalassiosira</i> sp.	
<i>Pontosphaera borealis</i> Ostenf.	14 100	<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i>	
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cl.	10 470	(Hensen) Gran.	
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cl.	9 420	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	
		<i>Nitzschia</i> sp.	

Примечания. 1. Организмы расположены в порядке убывания величины объема клетки.
2. Последние четыре представителя фитопланктона встречались очень редко, поэтому для них не вычислен средний объем.

Горизонтальное распределение биомассы фитопланктона на глубинах 0, 10, 25, 50 и 100 м показано на рис. 2.

На поверхности наибольшая биомасса отмечена в водах Восточно-Гренландского течения, вблизи берегов Гренландии (рис. 2, а) на ст. 14, 18, 27 при температуре воды от 0,4 до -1,2°С и содержании кислорода 101—110%. При этом на всех трех станциях большая часть биомассы была представлена летним видом *Chaetoceros decipiens* (лишь по численности на ст. 27 преобладал весенний вид *Ch. socialis*).

По мере продвижения на север и северо-восток биомасса постепенно уменьшалась: так, на ст. 33 она составляла 790 мг/м³, причем фитопланктон был представлен как весенними, так и летними видами, с преобладанием последних; на ст. 25 и 21 (содержание кислорода 109%, температура 0,2°С), расположенных вблизи северо-восточной оконечности Гренландии, биомасса фитопланктона не превышала 200 и 90 мг/м³. Преобладали здесь весенние виды: *Chaetoceros socialis* и *Thalassiosira nordenskiöldii*. По числу клеток на обеих станциях преобладающим также был весенний вид *Chaetoceros socialis*.

Самая северная ст. 23, расположенная вблизи 83° с. ш., характеризовалась наименьшей биомассой фитопланктона (1 мг/м³), представлен-

ного весенним видом *Chaetoceros socialis* и ледовой формой *Thalassiosira bioculata* (очевидно, поверхность моря в районе ст. 23 была еще покрыта льдом).

Таким образом, можно сделать вывод, что в прибрежных водах Восточно-Гренландского течения, в самых северных участках, исследованных экспедицией, наблюдалось весеннее состояние фитопланктона, которое по мере продвижения на юг постепенно сменялось летним, так что между 78 и 81° с. ш. в августе было биологическое лето. Эти данные подтверждают высказывание Е. А. Павштикс [5] о том, что в различных участках Гренландского моря одновременно наблюдается наличие нескольких биологических сезонов, в данном случае — весеннего и летнего.

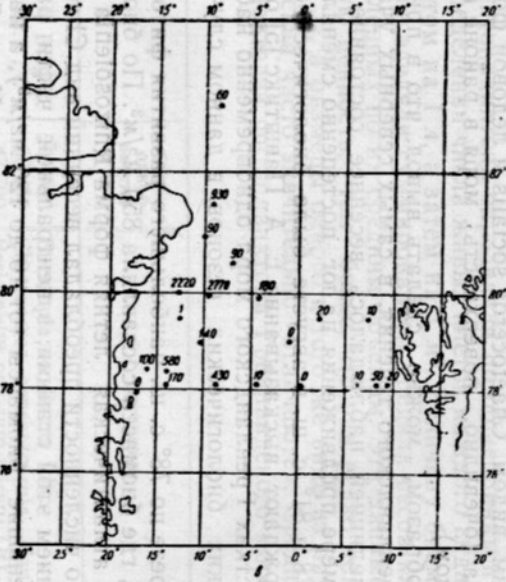
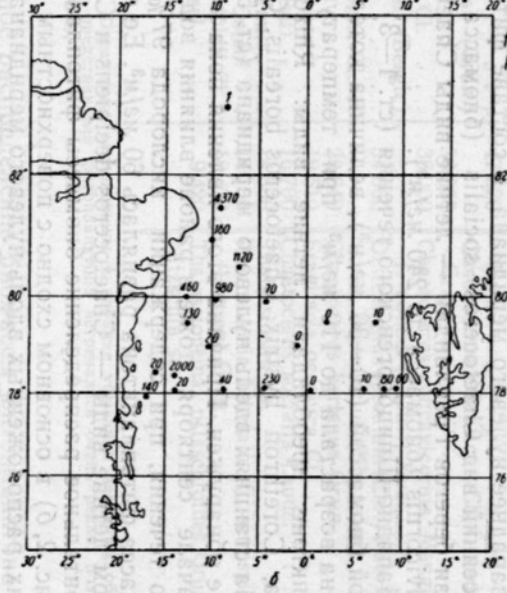
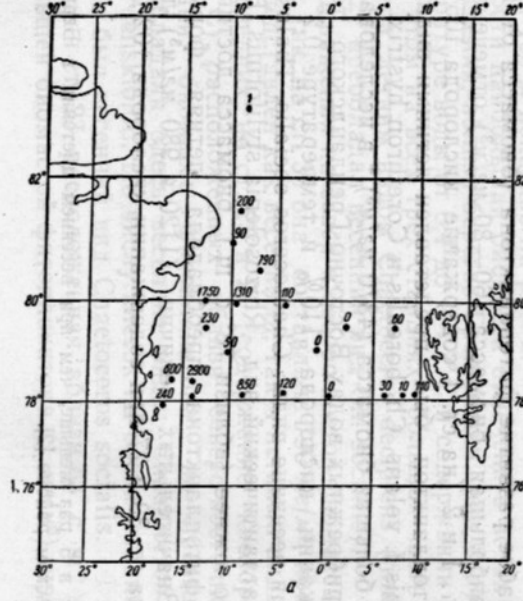
На разрезе по 78° с. ш. наибольшего развития фитопланктон достигал на ст. 9, где биомасса составляла 850 мг/м³. По биомассе основным видом была атлантическая летняя форма *Rhizosolenia styliformis*, в то время как по численности преобладал весенний вид *Chaetoceros socialis*; за исключением этой станции, в центральной части разреза наблюдались наименьшие биомассы (от 10 до 120 мг/м³), а на ст. 5 и 11 представители фитопланктона не были обнаружены. На ст. 7, расположенной несколько западнее нулевого меридиана, в составе фитопланктона преобладал весенний вид *Chaetoceros socialis* (биомасса 120 мг/м³), а на ст. 13 вблизи берегов Гренландии — летние виды *Chaetoceros decipiens* и *Ch. concavicornis* (биомасса до 240 мг/м³).

Воды Западно-Шпицбергенского течения (ст. 1—3) отличались наиболее низкой биомассой (10—30 мг/м³), величина которой лишь вблизи Шпицбергена возрастала до 110 мг/м³ при температуре 7,3° С (ст. 1). В фитопланктоне преобладали летние виды: *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, *Corethron hystrix*, *Chaetoceros borealis*, *Ch. concavicornis* f. *volans*. На станциях вдоль нулевого меридиана (ст. 5, 43 и 47) фитопланктон не обнаружен. Причина этого явления пока неясна. На ст. 57, взятой в начале сентября тоже в районе влияния вод Западно-Шпицбергенского течения, при содержании кислорода 97% и температуре 3,8° С биомасса фитопланктона равнялась 60 мг/м³. Ее составляли главным образом летние виды — *Chaetoceros decipiens* и *Ch. concavicornis*.

Горизонтальное распределение биомассы фитопланктона на глубине 10 м (рис. 2, б) в основном сходно с поверхностным распределением. На станциях, расположенных вдоль нулевого меридиана (ст. 5, 43 и 47), фитопланктона не было. В водах Западно-Шпицбергенского течения заметно слабое развитие фитопланктона (биомасса от 10 до 80 мг/м³), причем наибольшая биомасса (60—80 мг/м³) отмечена на самых прибрежных ст. 1 и 2 (на ст. 1 содержание кислорода 105%, температура 7,3° С). Фитопланктон был представлен летними видами: *Chaetoceros concavicornis* f. *volans*, *Ch. borealis* и *Corethron hystrix*.

Самая большая биомасса (4370 мг/м³) * в исследованном районе отмечена в прибрежных водах Восточно-Гренландского течения на ст. 21 при содержании кислорода 110% и температуре 0,2° С. В планктоне преобладали весенние виды: *Chaetoceros socialis*, *Thalassiosira nordenskiöldii*, — и атлантический вид *Rhizosolenia styliformis*. На ст. 14, взятой значительно южнее (вблизи 78° с. ш.), биомасса достигала 2000 мг/м³. В составе фитопланктона преобладала летняя форма *Chaetoceros decipiens*. Значительных величин (1120 и 980 мг/м³) достигала также биомасса на ст. 33 и 27 при содержании кислорода 102% и температуре

* Почти в 5 раз меньше, чем при весеннем цветении в Беринговом море [4] и Северокурильском районе [2].



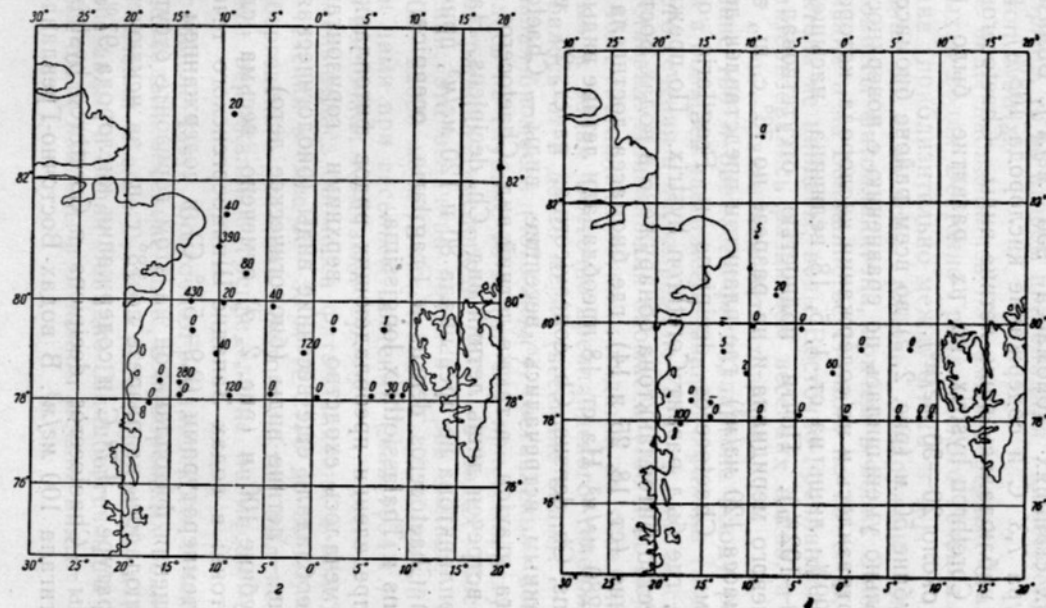


Рис. 2. Горизонтальное распределение биомассы фитопланктона в мг/м^3 :

а — на поверхности; б — на глубине 10 м; в — на глубине 25 м; г — на глубине 50 м; д — на глубине 100 м

0,4° С. Большую часть ее составляли летние виды — *Chaetoceros decipiens*, *Ch. densus* и *Ch. concavicornis*.

Таким образом, на глубине 10 м, так же как и на поверхности, наибольшая биомасса наблюдается в водах Восточно-Гренландского течения, где в планктоне наиболее северных участков доминировали весенние виды, которые сменялись летними по мере продвижения на юг.

На глубине 25 м (рис. 2, в) в общем наблюдалась примерно та же картина, т. е. наибольшее развитие фитопланктона обнаружено в водах Восточно-Гренландского течения, вдоль нулевого меридиана фитопланктона не было, воды Западно-Шпицбергенского течения характеризовались незначительной величиной биомассы (10—50 мг/м³).

Встречались главным образом летние виды планктона: на ст. 18 *Chaetoceros decipiens* (температура — 0,5° С, содержание кислорода 105%, биомасса 2220 мг/м³), на ст. 27 *Ch. decipiens*, *Ch. densus* и *Ch. borealis* (температура — 0,6° С, содержание кислорода 108%, биомасса 2770 мг/м³). По мере продвижения на север (ст. 21, температура — 1,1° С, содержание кислорода 109%) замечены изменения и в составе фитопланктона, и в его количестве: начали доминировать весенние виды, достигавшие, однако, меньшего развития, чем летние на предыдущих станциях (биомасса 930 мг/м³). Вблизи Шпицбергена (температура 7,3° С и содержание кислорода 108%) в составе фитопланктона наблюдались лишь летние виды *Chaetoceros concavicornis* f. *volans* и *Corethron hystrix*, но их развитие было незначительным (биомасса около 20—50 мг/м³).

На глубине 50 м (рис. 2, г) во всем районе биомасса фитопланктона значительно уменьшилась по сравнению с поверхностными горизонтами, что отразилось и на содержании кислорода, которого почти всюду было 91—99%; лишь на ст. 1, 5, 18 величина насыщения превышала 100% (100—102%). Почти полностью отсутствовал фитопланктон вдоль нулевого меридиана и на разрезе по 78° с. ш., за исключением ст. 9 (биомасса 120 мг/м³), где планктон представлен летними и весенними видами — *Chaetoceros decipiens* и *Fragilaria oceanica*, и ст. 2 (30 мг/м³), где был развит *Corethron hystrix*. По-прежнему наибольшее количество фитопланктона обнаружено в водах Восточно-Гренландского течения (ст. 18, 25 и 14), где биомасса достигала соответственно 430, 390 и 280 мг/м³. На ст. 18 преобладали летние виды *Chaetoceros* — *Ch. decipiens*, *Ch. densus*, *Ch. concavicornis*; на ст. 25 видовой состав был смешанным, встречались весенние виды — *Chaetoceros socialis*, *Thalassiosira gravida*, а также летний вид *Chaetoceros decipiens*; на ст. 14 был встречен лишь летний вид *Ch. decipiens*. На ст. 33 и 43 биомасса фитопланктона не превышала 80 и 120 мг/м³, причем на ст. 33 ее составляли *Chaetoceros densus* и *Fragilaria oceanica*, а на ст. 43 — *Ch. decipiens* и *Thalassiothrix longissima*.

В распределении преобладающих видов фитопланктона на этой глубине отмечалось сходство с верхними горизонтами: в северном участке преобладали еще весенние виды (биологическая весна), а южнее 81° с. ш. — летние виды (биологическое лето).

На глубине 100 м (рис. 2, д) отмечено весьма слабое развитие фитопланктона: в водах Западно-Шпицбергенского течения с положительными температурами (2,9—5,3° С) и содержанием кислорода 95—97% насыщения фитопланктон на этом горизонте отсутствовал. То же самое наблюдалось на разрезе по 78° с. ш., за исключением ст. 13, где при температуре — 1,7° С и содержании кислорода 97% были развиты летние виды — *Chaetoceros decipiens* и *Corethron hystrix*, биомасса которых достигала 100 мг/м³. В водах Восточно-Гренландского течения с

отрицательными температурами от $-1,2$ до $-1,7^{\circ}\text{C}$ и содержанием кислорода 81—97% величина биомассы колебалась от 2 до 20 мг/м^3 (ст. 17, 21, 29 и 33). Фитопланктон был представлен весенними видами — *Chaetoceros socialis*, *Thalassiosira nordenskiöldii* и *Fragilaria oceanica*, имевшими слабое развитие. Наибольшая биомасса (60 мг/м^3) наблюдалась вблизи нулевого меридиана на ст. 43 и была представлена единственным летним видом *Chaetoceros densus*.

ВЫВОДЫ

1. Распределение биомассы на поверхности, на глубине 10 и 25 м имело много общего: воды Восточно-Гренландского течения характеризовались наибольшей биомассой (2220—2900—4370 мг/м^3), составленной весенне-летними видами; в водах вдоль нулевого меридиана фитопланктона не было; прибрежные воды Западно-Шпицбергенского течения характеризовались незначительной биомассой (10—110 мг/м^3), составленной летними видами.

2. Летние виды фитопланктона прибрежных вод встречаются как в Восточно-Гренландском, так и в Западно-Шпицбергенском течении, но их состав различен: так, если в первом районе основной формой был *Chaetoceros decipiens*, то во втором преобладали *Chaetoceros concavicornis* и *Corethron hystrix*.

3. Весенние виды наблюдались на самых северных станциях и на станциях, взятых в водах Восточно-Гренландского течения вблизи нулевого меридиана (приблизительно между 0 и 10° з. д.).

4. На глубине 50 м во всем районе обнаружено значительное уменьшение биомассы фитопланктона, причем в водах Западно-Шпицбергенского течения и на большинстве станций по 78° с. ш. представители фитопланктона не найдены; воды Восточно-Гренландского течения на севере характеризовались развитием весенних видов, а на участке между 81 и 78° с. ш. — развитием летних видов.

5. На глубине 100 м биомасса фитопланктона всюду резко уменьшилась, причем в большей части исследованного района (воды Западно-Шпицбергенского течения и на разрезе по 78° с. ш., кроме ст. 13) фитопланктон отсутствовал. Наибольшая биомасса (100 и 60 мг/м^3) отмечена на ст. 13 и 43 и составлена летними видами; на остальных четырех станциях, взятых в водах Восточно-Гренландского течения, величина биомассы колебалась от 2 до 20 мг/м^3 (весенние виды).

6. Наибольшая биомасса (4370 мг/м^3), составленная весенними видами, наблюдалась на глубине 10 м (ст. 21) при температуре $0,2^{\circ}\text{C}$ и наибольшем содержании кислорода 110% в водах Восточно-Гренландского течения; эта величина почти в 5 раз меньше наибольшей биомассы (21000—22000 мг/м^3), отмеченной Г. И. Семиной [4] для Берингова моря и нами при весеннем цветении (май 1954 г.) в прибрежных водах юго-восточной Камчатки [2].

7. Резко уменьшалась биомасса фитопланктона в водах Восточно-Гренландского течения в слое 25—50 м (с 2770 до 20 мг/м^3); в водах Западно-Шпицбергенского течения фитопланктон был незначительно развит, при этом вертикальное распределение биомассы было равномерным.

8. В центральной части Восточно-Гренландского течения на всех горизонтах преобладали весенние виды, в прибрежных водах Восточно-Гренландского течения в слое 0—50 м — летние виды, а на глубине 100 м — весенние виды; в водах Западно-Шпицбергенского течения во всей толще воды были найдены в основном летние виды.

9. На различной глубине в одном и том же месте сроки наступления одного и того же сезона различны; по мере увеличения глубины наступление летнего сезона запаздывает.

10. Нашими наблюдениями подтверждаются данные Е. А. Павштикс [5] о том, что планктон в северной части Гренландского моря в августе находился еще в состоянии биологической весны, в то время как в более южной части моря и в прибрежных водах было уже биологическое лето.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Богоров В. Г. Особенности сезонных явлений в планктоне полярных морей и их значение для ледовых прогнозов. Зоологический журнал Т. XVIII. Вып 5. 1939.
2. Кузьмина А. И. Некоторые данные о весенне-летнем фитопланктоне Северо-Курильского района. Труды Института океанологии АН СССР. Т. 36. 1959.
3. Морозова-Водяницкая Н. В. Фитопланктон Черного моря (ч II). Труды Севастопольской биологической станции. Т. VIII. 1954.
4. Семина Г. И. О двух зональных группировках фитопланктона (на примере Берингова моря). ДАН СССР. Т. 101. № 2. 1955.
5. Павштикс Е. А. Сезонные изменения в планктоне и кормовые миграции сельди. Труды ПИНРО. Вып. IX. Пищепромиздат. 1956.
6. Шишов П. П. Сезонные явления в жизни фитопланктона полярных морей в связи с ледовым режимом. Труды Арктического института. Т. 82. 1937.
7. Cleve P. T. Report on the Plankton collected on the Swedish Expedition to Greenland in 1899. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 34. № 1. Stockholm. 1900.
8. Damas D. and Koefoed E. La plankton de la Mer du Grönland. Croisiere oceanographique accomplie a bord de la «Belgica» dans la Mer du Grönland. 1905.
9. Gran H. H. Die Diatomeen der arktischen Meere. Fauna Arctica. Bd. 111. 1904.
10. Lohmann H. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. N. F. Bd. 10. 1908.
11. Ostenfeld C. H. and Paulsen O. Marine Plankton from the East-Greenland Sea. Collected during the «Denmark Expedition». 1906—1908. København. 1911.
12. Ostrup E. Marine diatomeer fra Ostgrønland. Medd. Grønland. 18. 1895.