

ПЕРВЫЕ ИТОГИ СОВЕТСКИХ ПЛАНКТОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОГРАММЕ МГГ—МГС В АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ

И. П. КАНАЕВА

В период Международного геофизического года и года Международного геофизического сотрудничества ВНИРО проводил исследования по распределению планктона в Атлантическом океане, причем особое внимание уделяли его северной части. Работы проводили во время экспедиций, организованных Морским гидрофизическим институтом АН СССР на научно-исследовательском судне «Михаил Ломоносов». Был собран большой материал по планктону обширной акватории от Ньюфаундленда до Великобритании и Испании и от 60° с. ш. до Азорских островов. Кроме того, был проведен рейс по тридцатому меридиану от 66° с. ш. до 22° ю. ш. Использованы также материалы, собранные в северо-восточной части Северной Атлантики на научно-исследовательском судне «Экватор».

Весь этот материал дополняют сборы, сделанные во время экспедиций, организованных в 1957—1958 гг. ВНИРО на больших морских рыболовных траулерах «Казань», «Северное сияние» и «Жуковский» к западным берегам Африки с целью обнаружения промысловых скоплений сардины, а также планктон, собранный в 1960 г. в западной части Северной Атлантики на судне «Михаил Ломоносов». Таким образом, в нашем распоряжении оказались материалы, характеризующие распределение планктона в значительной части Атлантического океана.

В настоящее время большая часть материалов, собранных по программе МГГ и МГС, обработана количественным методом, поэтому есть возможность высказать соображения о распределении планктона на всей исследованной акватории океана.

На рис. 1 приведена схема маршрутов научно-исследовательских судов в период 1957—1960 гг., а в табл. 1 — обзор собранных материа-

лов по зоопланктону. Материал собирали сотрудники лаборатории кормовой базы ВНИРО Н. И. Кашкин (второй и четвертый рейсы), О. А. Мовчан (четвертый и восьмой рейсы), И. П. Канаева (пятый рейс), Е. В. Владимирская (седьмой рейс), а также сотрудник Зоологи-

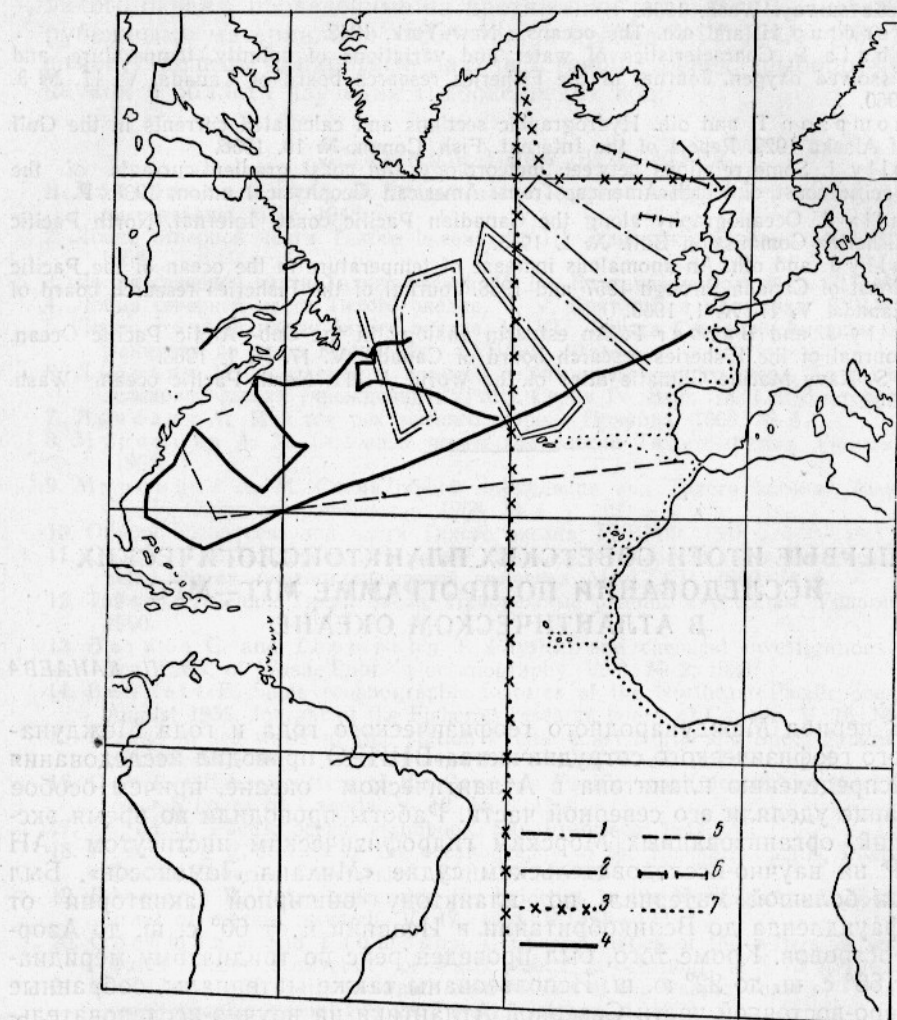


Рис. 1. Схема маршрутов в Атлантическом океане:

1 — второй рейс (с 4/III по 1/V 1958 г.); 2 — четвертый рейс (с 12/X по 10/XII 1958 г.); 3 — пятый рейс (с 26/IV по 29/V 1959 г.); 4 — седьмой рейс (с 20/I по 1/IV 1960 г.); 5 — восьмой рейс (с 21/VI по 8/IX 1960 г.) судна «Михаил Ломоносов»; 6 — рейс судна «Экватор» (с 28/III по 24/IV 1958 г.); 7 — рейс БМРТ «Казань» (с 15/VII по 15/XI 1957 г.).

ческого института АН СССР В. С. Шувалов (второй, пятый и седьмой рейсы), сотрудник кафедры гидробиологии МГУ Г. В. Мыларщикова (пятый рейс) и сотрудник лаборатории планктона Института океанологии АН СССР Л. А. Хромова (пятый рейс). В предварительной обработке проб, кроме того, принимали участие А. П. Кусморская, Л. А. Чаянова, В. Я. Павлов, Р. А. Асланова.

Руководил работами старший научный сотрудник лаборатории кормовой базы ВНИРО А. П. Кусморская. Она проанализировала материалы, собранные весной и осенью 1958 г. во втором и четвертом рейсах

«Михаила Ломоносова» в Северной Атлантике, и ее работа и несколько докладов на международных конференциях [6, 18, 19, 20] открывают серию советских исследований, проведенных по планам МГГ и МГС. В центральной части Северной Атлантики, охваченной исследованиями 1958—1959 гг., А. П. Кусморская выделяет акваторию, наиболее бедную кормовым зоопланктоном, расположенную в зоне смещения бореальной и тепловодной фаун (45—50° с. ш.) и совпадающую с областью распространения вод Северо-Атлантического течения. К югу и к северу от этой акватории биомасса зоопланктона несколько увеличивается.

Таблица 1

Судно	Рейс	Район исследований	Дата исследований	Количество проб	
				собрано и обработано предварительно	обработано счетной методикой
«Михаил Ломоносов»	Второй	Северная Атлантика	4/III—6/VI 1958	715	441
	Четвертый	Разрез по 30-му меридиану	10/X—10/XII 1958	409	330
	Пятый	Северная Атлантика	26/IV—29/V 1959	213	96
«Экватор» «Казань»	Седьмой	Северная Атлантика	20/I—1/IV 1960	336	—
	Восьмой	То же	21/VI—8/IX 1960	370	—
	—	Центральная Атлантика	28/III—24/IV 1958	84	84
	—	Центральная Атлантика	8/VII—9/XI 1957	666	72

В последнее время появилась работа В. А. Яшнова [14], который на основании материалов, собранных оригинальной моделью быстрогоходной сети в шестом рейсе «Михаила Ломоносова», дает количественную характеристику планктона в районе Ньюфаундленда и нескольких типичных районах тропической части Атлантического океана. Его данные не могут быть непосредственно включены в наши схемы (тип сети резко отличен, и В. А. Яшнов приравнивал объем сестона к биомассе), но приводимые им сведения представляют большой интерес и хорошо согласуются с нашими материалами. Он выделяет ультраолиготрофные (Саргассово море), олиготрофные (область Гольфстрима) и эвтрофные (Ньюфаундленд) районы и сообщает количественные данные по горизонтам до 5000 м.

На анализе новых советских материалов построены работы, посвященные отдельным важным районам Атлантики: прибрежным африканским водам [8, 9] и району Ньюфаундленда [3].

В настоящей статье мы обращаем особое внимание на сопоставление различных широтных зон Атлантического океана и на рассмотрение самой общей картины распределения биомассы планктона в океане¹.

Первая из этих задач хорошо решается при анализе планктона, собранного в пятом рейсе «Михаила Ломоносова» по 30-му меридиану. На основании предварительной обработки этого материала опубликована схема распределения объема сестона в слое от 500 м до поверхности и суммарного объема сестона в верхнем 100-метровом слое [5]. Объем сестона определяли с помощью волюмометра, предложенного В. А. Яшновым [13]. Эти данные позволили выделить северную относи-

¹ Пользуюсь случаем выразить глубокую благодарность Л. Г. Виноградову за консультации при обобщении данного материала.

тельно богатую планктоном часть разреза, ограниченную с юга 36—39° с. ш., и южную относительно бедную часть разреза. В среднем объем сестона в северной части разреза в 1,5 раза превышает средний объем сестона в южной части разреза, где уменьшается также и толщина верхнего слоя, богатого планктоном.

Однако, как известно, измерение объема сестона всегда связано с преувеличением количества планктона, особенно на станциях, где об-

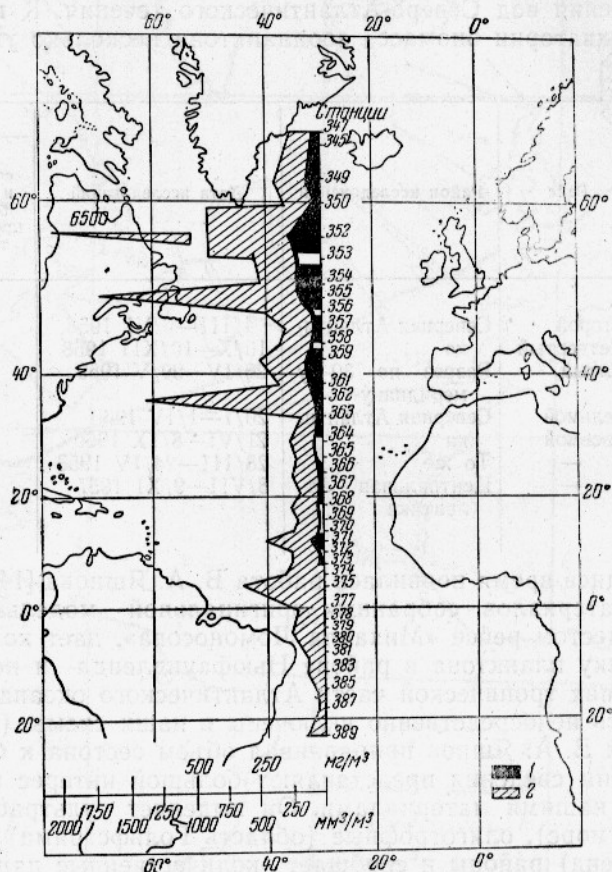


Рис. 2. Распределение биомассы кормового зоопланктона и объема сестона по 30-му меридиану в апреле — мае 1959 г. в слое 100—0 м:

1 — биомасса кормового зоопланктона в mg/m^3 ; 2 — объем сестона в mm^3/m^3 .

шее количество его невелико. Значительные трудности при предварительной обработке представляет выделение из общей массы сестона его кормовой (для рыб) части. Если крупных медуз и оболочников легко отобрать из пробы, то определение доли мелких сальп и фитопланктона связано со значительной ошибкой.

Совершенно очевидно, что полная счетная обработка планктона с переводом числа экземпляров каждой размерной группы всех видов при помощи среднего (стандартного) веса одного экземпляра на биомассу даст гораздо более правильную и четкую картину распределения кормовой базы пелагических рыб, чем это было представлено нами по предварительным данным. Поэтому мы считаем интересным сообщить все точные количественные данные, полученные к настоящему времени. Ко-

личественную обработку проводили по методике В. А. Яшнова [10]. Все-го в настоящее время обработано 16 станций из 37. Обработке подвергнуты станции северной части разреза, что позволило наметить распределение зоопланктона по 30-му меридиану от 66°00' до 8°30' с. ш. Обработка материала проведена автором и старшим лаборантом В. Я. Павловым.

На рис. 2 показано распределение объема сестона и биомассы кормового зоопланктона по меридиану 30° з. д. На нескольких станциях, еще не подвергшихся количественной обработке (ст. 353, 356, 358, 364, 365, 368—370, 372), биомасса кормового зоопланктона вычислена по соотношению величины объема сестона и биомассы зоопланктона на близлежащих станциях. Обработанный материал со ст. 360 не использован при построении графика, так как на этой станции нельзя выделить биомассу зоопланктона для горизонта 100—0 м. Лов в слое от 200 м до поверхности свидетельствует, что эта станция по составу и количеству планктона очень сходна со ст. 359 (биомасса зоопланктона в слое 200—0 м на этих станциях составляет 35,4 мг/м³). В табл. 2 приведена величина общей биомассы кормового зоопланктона по станциям.

Таблица 2

Номер станции	Дата	Время взятия проб (часы)	Биомасса кормового зоопланктона в мг/м³ в слое		
			100—0 м	200—0 м	500—200 м
347	26—27/IV	00—02	43,6	44,9	44,4
349	28/IV	20—22	85,3	58,2	18,7
350	29/IV	13—16	18,8	10,7	14,2
352	30/IV	22—00	134,0	77,1	9,1
354	2/V	10	101,9	—	—
355	3/V	3—6	90,0	59,2	16,5
357	4/V	9—12	35,6	19,3	11,5
359	5/V	11—15	70,3	35,4	6,1
360	6/V	1—2	—	35,4	3,6
361	6/V	8—9	59,7	32,2	9,3
362	7/V	2—4	31,9	20,8	9,5
363	8/V	13—15	26,7	18,1	6,9
366	11/V	15—20	26,4	17,3	4,2
367	12/V	14—17	22,5	16,0	4,6
371	16—17/V	23—1	59,8	31,1	2,4
373	18/V	6—9	30,4	17,6	5,9

Как видно из рис. 2, имеется сходство между кривыми распределения объема сестона и биомассы мезозоопланктона, однако различие между северной и южной частью разреза выступает более резко на кривой распределения биомассы. Средняя биомасса в слое 100—0 м в северной части разреза, т. е. между 39 и 66° с. ш., составляет 70,3 мг/м³ и более чем в два раза превышает среднюю биомассу южной части разреза между 8 и 36° с. ш., достигающую всего 31,4 мг/м³.

В северной части разреза отчетливо выделяются три участка повышенной биомассы зоопланктона между 66—62° с. ш. (ст. 347—349), 56°30'—50° с. ш. (ст. 352—355) и 43—38° с. ш. (ст. 359—361). По характеру и состоянию планктона эти участки значительно различаются между собой. На широте 66—62° в пределах северной части бореальной области — северной части бореальной зоны А. П. Кусморской [6], соответствующей бореальной области Е. Hentschel [17], — наиболее массовыми организмами в планктоне были *Calanus finmarchicus*, *Microcala-*

nus pygmaeus, *Pareuchaeta norvegica*, *Limacina retroversa*. Биомасса планктона в слое 100—0 м на 90%, а в слое 200—0 м на 88% состояла из *Calanus finmarchicus* и *Euphausiacea* (табл. 3). Как уже отмечалось [5], здесь обнаружено чрезвычайно малое количество фитопланктона, а зоопланктон представлен главным образом взрослыми особями, что характерно для зимнего планктона.

Однако мы обнаружили существенное различие между двумя станциями в распределении по вертикали *Calanus finmarchicus*, составляющего основную массу планктона (табл. 4). На самой северной станции

Таблица 3

Слой в м	<i>Calanus finmarchicus</i>		<i>Pareu- chaeta norvegica</i>		<i>Limacina retroversa</i>		<i>Euphausiacea</i>		<i>Chaetognatha</i>		Прочие		Общая био- масса мезо- зоопланктона в мг/м ³
	мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%	
100—0	47,1	72,8	—	—	4,0	6,2	11,6	17,9	—	—	2,0	3,1	64,7
200—0	25,6	49,8	2,1	4,2	1,9	3,7	19,5	37,9	—	—	2,3	4,4	51,4
500—200	4,3	16,2	0,1	0,4	0,1	0,4	9,5	35,7	11,0	41,3	1,6	6,0	26,6

Примечание. Приведены средние величины по ст. 347 и 349.

Таблица 4

Горизонты лова в м	VI (самки)		VI (самцы)		V		IV		III		II		I	
	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%

Станция 347 (23—02 часа)

25—0	81	24,8	—	—	8	4,3	—	—	—	—	—	—	3	100
50—25	92	28,1	—	—	7	3,7	—	—	—	—	—	—	—	—
100—50	120	36,7	5	11,6	39	20,8	2	1,0	—	—	—	—	—	—
200—100	18	5,5	6	14,0	46	24,4	24	12,0	2	33,3	—	—	—	—
370—200	16	4,9	32	74,4	88	46,8	173	87,0	4	66,7	—	—	—	—
Всего	327	100	43	100	188	100	199	100	6	100	—	—	3	100

Станция 349 (21—23 часа)

25—0	215	45,1	—	—	15	20,7	10	13,2	—	—	1	100	1	—
50—25	168	35,2	—	—	7	9,7	1	1,3	—	—	—	—	1	25
100—50	63	13,2	3	5,5	6	8,3	10	13,2	—	—	—	—	1	25
200—100	23	4,8	7	13,0	13	18,3	14	18,3	—	—	—	—	1	25
500—200	8	1,7	44	81,0	31	43,0	41	54,0	—	—	—	—	—	25
Всего	477	100	54	100	72	100	76	100	—	—	1	100	4	100

разреза (ст. 347) значительное количество не слинявших еще калянусов IV и V копепоидитных стадий держалось у дна (так же как и большинство эуфаузиид), поэтому верхние слои воды оказались значительно обедненными. На ст. 349, расположенной несколько южнее, большая часть самок калянуса поднялась для размножения в верхние слои. Этим

перераспределением рачков и объясняется довольно значительное различие в биомассе зоопланктона в верхнем 100-метровом слое воды на ст. 347 и 349.

Несколько южнее, на ст. 350, расположенной в области влияния течения Ирмингера и трансформированных вод Лабрадорского течения, биомасса планктона чрезвычайно низка. Сильно обедненным оказался слой воды от 200 до 0 м и только в слое 500—200 м биомасса была примерно такой же ($14,1 \text{ мг/м}^3$), как на соседних станциях (на ст. 349— $18,7 \text{ мг/м}^3$). *Calanus finmarchicus* в этом районе был крайне малочислен; его биомасса в слое 100—0 м составляла лишь $14,2 \text{ мг/м}^3$, в то время как на ст. 349 она достигала $55,4 \text{ мг/м}^3$. В планктоне обнаружена масса шкурок отмерших рачков, главным образом *Microcalanus* и *Oithona*. В нижнем слое (500—200 м) почти 45% биомассы ($6,3 \text{ мг/м}^3$) составляли молодь и взрослые экземпляры *Paraeuchaeta norvegica*.

Наибольшее количество планктона на разрезе обнаружено между $56^{\circ}30'$ и $50^{\circ}00'$ с. ш. (ст. 352—355) в южной части бореальной области (зоны А. П. Кусморской) [6], которая соответствует северной части северной промежуточной области Е. Hentschel. Здесь количество видов в планктоне значительно увеличивается в связи с появлением тепловодных форм. Доля *Calanus finmarchicus* и особенно *Euphausiacea* в общей биомассе кормового зоопланктона значительно понижается. Эти организмы в слое 100—0 м составляют 35 и 2,5%, а в слое 200—0 м — соответственно 12 и 5,5% (табл. 5).

В то же время существенное значение в планктоне верхнего 100-метрового слоя приобрели *Clausocalanus arcuicornis*, *Paracalanus parvus*, *Ctenocalanus vanus*, *Calocalanus styliremis* (объединенные в табл. 5, по примеру А. П. Кусморской, в одну группу *Clausocalanus*), а также *Oithona similis*, *Oithona spinirostris*.

В нижнем слое существенно увеличилась роль таких организмов, как *Pleuromamma robusta*, *P. borealis*, *P. gracilis*, *P. abdominalis*, *P. xiphias*. Различные виды рода *Pleuromamma* в слое 200—100 м на ст. 355 составили $5,3 \text{ мг/м}^3$. Кроме перечисленных, на ст. 352—355 (особенно на ст. 355) обнаружено большое количество других теплолюбивых видов.

Таблица 5

Группы и формы	Количество планктона на ст. 352, 354, 355 (среднее по станциям) в слоях					
	100—0 м		200—0 м		500—200 м	
	мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%
<i>Calanus finmarchicus</i>	37,9	34,9	8,3	12,1	0,4	3,2
<i>Paraeuchaeta norvegica</i>	1,8	1,7	4,3	6,3	3,7	29,9
<i>Metridia lucens</i>	2,2	2,0	2,3	3,4	0,6	4,8
<i>Clausocalanus</i> и близкие роды	7,1	6,5	5,9	8,6	0,6	4,8
<i>Oithona</i>	9,8	9,0	7,7	11,2	0,1	0,8
<i>Euphausiacea</i>	2,7	2,5	3,8	5,5	1,3	10,5
<i>Pteropoda</i>	2,8	2,6	0,9	1,3	—	—
<i>Chaetognatha</i>	9,3	8,6	8,2	12,0	0,6	4,8
<i>Appendicularia</i>	8,5	7,8	7,1	10,4	—	—
Прочие	26,5	24,4	20,0	29,2	5,1	41,2
Общая биомасса мезозоопланктона	108,6	100,0	68,5	100,0	12,4	100,0

В период наших работ на этих станциях (с 30 апреля по 3 мая) наблюдались явления, типичные для гидрологической весны. На ст. 352 обнаружено бурное цветение воды диатомовыми водорослями, вызванное массовым развитием *Chaetoceros decipiens*. Кроме того, были найдены *Thalassiosira decipiens*, *Rhizosolenia styliformis*, *Rh. hebetata* f. *semispina*, *Thalassiothrix longissima* и другие (определение О. А. Мовчан). *Calanus finmarchicus* на этих четырех станциях представлен главным образом младшими копеоподитными стадиями (I—III); почти весь он держится в верхнем 50-метровом слое (табл. 6, 7). В планктоне обнаружена также масса яиц и науплиев этого рачка.

Широта 50° (ст. 355) является южной границей массового распространения в центральной части Северной Атлантики одного из основных представителей кормового зоопланктона — *Calanus finmarchicus*. Далее на юг распространен более теплолюбивый вид — *Calanus helgolandicus*.

Эти формы стали рассматривать как самостоятельные сравнительно недавно. После опубликования работы Г. О. Сарса в 1903 г. *Calanus helgolandicus* некоторое время рассматривали как особый вид, однако позднее многие ученые отказались от этого, так как не находили между *Calanus finmarchicus* и *Calanus helgolandicus* достаточных морфологических отличий. С. В. Rees [23] считает эти две формы калянуса клинами, отличающимися главным образом строением базиподита ног пятой пары и формой головы и имеющими разные ареалы.

Таблица 6

Горизонт лова в м		Распределение <i>Calanus finmarchicus</i> разных стадий развития на ст. 353 (12—15 ч.)													
		VI (самки)		VI (самцы)		V		IV		III		II		I	
		количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%
10—0	14	6,5	2	20,0	10	25,0	19	21,6	48	29,1	102	47,7	120	72,7	
25—10	80	37,0	4	40,0	17	42,5	29	33,0	38	23,0	15	7,0	1	0,6	
50—25	116	53,7	2	20,0	8	20,0	39	44,3	72	43,7	95	44,4	42	25,5	
100—50	3	1,4	—	—	3	7,5	—	—	7	4,2	2	0,9	2	1,2	
200—100	—	—	—	—	1	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	
500—200	3	1,4	2	20,0	1	2,5	1	1,1	—	—	—	—	—	—	
Всего . . .	216	100	10	100	40	100	88	100	165	100	214	100	165	100	

В настоящее время *Calanus finmarchicus* и *Calanus helgolandicus* окончательно признаны самостоятельными видами [15, 16, 3], имеющими достаточно устойчивые морфологические отличия и характерный для каждого вида ареал. В северной части Атлантического океана встречаются оба вида. S. M. Marshall и A. P. Orr [21] пишут, что в европейских водах *Calanus finmarchicus* не встречается значительно южнее Британских островов, что совпадает с нашими данными. По мнению К. А. Бродского [3], *Calanus helgolandicus* распространен на юг до широты Гибралтара.

Вместе с тем, в водах северной Норвегии (Troms Ø Sound) была обнаружена третья форма калянуса [22], по строению яиц, имеющих до-

Таблица 7

Стадии развития	Распределение <i>Calanus finmarchicus</i> в слое 500—0 м на станциях									
	347		345*		349		350		352	
	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%
I	3	0,4	—	—	3	0,4	9	1,9	669	49,0
II	—	—	—	—	1	0,1	3	0,6	382	28,0
III	6	0,8	—	—	—	—	1	0,2	190	13,9
IV	199	26,0	41	16,8	76	11,1	77	16,3	45	3,3
V	188	24,5	28	11,4	72	10,5	91	19,3	16	1,2
VI самки	327	42,7	151	61,6	477	70,0	204	43,4	54	4,0
VI самцы	43	5,6	25	10,2	54	7,9	86	18,3	9	0,6
Всего . . .	766	100	245	100	683	100	471	100	1365	100

Продолжение табл. 7

Стадии развития	Распределение <i>Calanus finmarchicus</i> в слое 500—0 м на станциях									
	353		354*		355		356		357	
	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%
I	165	18,4	367	7,5	296	22,6	—	—	—	—
II	214	23,8	1372	28,0	378	29,0	—	—	—	—
III	165	18,4	1500	30,5	373	28,6	—	—	—	—
IV	88	9,8	869	17,6	143	11,0	—	—	—	—
V	40	4,5	456	9,2	46	3,5	19	50,0	4	80,0
VI самки	216	24,0	342	7,0	65	5,0	19	50,0	1	20,0
VI самцы	10	1,1	9	0,2	4	0,3	—	—	—	—
Всего . . .	898	100	4915	100	1305	100	38	100	5	100

* На ст. 345 и 354 сделаны тотальные ловы в слоях 200—0 и 100—0 м.

вольно большое перивителлиновое пространство, строению базиподита ног пятой пары и форме головы, занимающая промежуточное положение между *Calanus finmarchicus* и *Calanus helgolandicus*. Такие экземпляры неоднократно обнаружены и в нашем материале.

О распространении *Calanus helgolandicus* в центральной части Северной Атлантики можно судить по данным табл. 8. Отдельные экземпляры этого рачка встречались на север до 56° с. ш. Массового развития он достигал в районе Азорских островов и несколько севернее их.

Северная часть ареала массового распространения *Calanus helgolandicus* совпадает с областью Северо-Атлантического течения и зоной смешения бореальной и тропической фаун А. П. Кусморской [6]. Эта зона характеризуется минимальной в Северной Атлантике биомассой планктона. В слое 200—0 м весной 1958 г. (5—6 апреля) биомасса мезо-зоопланктона не превышала 10 мг/м³ [6]. Правда, А. П. Кусморская

полагала, что несколько позже биомасса должна повыситься. Это подтверждается нашими данными. На ст. 357 4 мая биомасса мезозоопланктона в том же слое составила $19,3 \text{ мг/м}^3$.

Таблица 8

Стадии развития	Распределение <i>Calanus helgolandicus</i> в слое 500—0 м на станциях													
	352		354		355		356		357		359		361	
	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%	количество экз.	%
I	—	—	—	—	—	—	7	3,8	150	22,5	51	4,5	471	29,9
II	—	—	—	—	—	—	5	2,7	216	32,4	337	29,8	465	29,5
III	—	—	—	—	6	3,7	9	5,0	164	24,6	372	32,9	392	24,9
IV	—	—	—	—	19	11,7	28	15,3	68	10,2	239	21,1	195	12,3
V	27	64,3	—	—	42	25,9	4	2,2	48	7,2	106	9,4	50	3,2
VI (самки)	13	31,0	2	100	95	58,7	127	69,9	20	3,0	24	2,1	4	0,2
VI (самцы)	2	4,7	—	—	—	—	2	1,1	1	0,1	2	0,2	—	—
Всего . .	42	100	2	100	162	100	182	100	667	100	1131	100	1577	100

Примечание. На ст. 363 обнаружены единичные экземпляры самок в слое 500—200 м.

Третья группа станций, на которых наблюдалась повышенная биомасса кормового зоопланктона (ст. 359—361), находится в районе Азорских островов и несколько севернее их. Здесь количество видов в планктоне по сравнению с более северными станциями значительно увеличивается. В биомассе в слое 100—0 м резко возрастает роль видов группы *Clausocalanus*, составляющих 34,6% общей биомассы зоопланктона (табл. 9). Существенное значение приобретает *Calanus helgolandicus*, поднявшийся в верхние слои воды (работы на этих станциях проводили 5—6 мая) и составляющий $54,5 \text{ мг/м}^3$ в слое 50—25 м на ст. 359 и $54,0 \text{ мг/м}^3$ в слое 25—0 м на ст. 360. Значительно уменьшилась биомасса планктона в слое 500—200 м, составлявшая на ст. 347—349 и 352—355 соответственно 26,6 и $12,4 \text{ мг/м}^3$, а на ст. 359—361 лишь $6,3 \text{ мг/м}^3$.

Южнее 39° — 40° с. ш., в области, расположенной к востоку от Саргассова моря, биомасса кормового зоопланктона исключительно низкая. Чрезвычайно обеднены слои воды, лежащие ниже 200 м, где биомасса не превышает 5 мг/м^3 . Увеличение биомассы кормового зоопланктона обнаружено лишь в приэкваториальной части разреза на ст. 371, где, по данным А. Е. Гамутилова и В. М. Грузинова [4], происходит подъем к поверхности океана североатлантических центральных вод.

Материалы по южной части разреза (южнее ст. 373) в настоящее время еще не обработаны счетным методом, поэтому мы их не рассматриваем.

Многочисленные материалы, собранные в Атлантическом океане зарубежными экспедициями, начиная со второй половины прошлого столетия, обобщены Е. Hentschel [17], который составил биологическую карту Атлантического океана, а затем Н. Friedrich [16], давшим карту относительной плотности планктона поверхностных слоев. Оба исследователя проделали большую работу, чтобы выделить богатые планктоном эвтрофные области (Е. Hentschel) или дать примерную количе-

ственную оценку богатства планктоном различных районов Атлантики (Н. Friedrich). Наши материалы, как нам кажется, позволяют значительно уточнить их данные.

Таблица 9

Группы и формы	Количество планктона на ст. 359, 360, 361 (39—42° с. ш.) в слоях					
	100—0 м		200—0 м		500—200 м	
	мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%
<i>Calanus helgolandicus</i>	14,8	22,7	7,6	22,1	0,1	1,6
<i>Clausocalanus</i>	22,5	34,6	10,1	29,4	0,6	9,5
<i>Pleuromamma</i>	1,6	2,4	1,9	5,5	1,9	30,2
<i>Oithona</i>	1,0	1,5	0,7	2,0	0,2	3,2
<i>Oncaea</i>	1,5	2,3	0,9	2,6	0,3	4,7
<i>Euphausiacea</i>	2,2	3,4	1,5	4,4	0,8	12,7
<i>Chaetognatha</i>	6,8	10,5	3,0	8,7	0,4	6,3
Прочие	14,7	22,6	8,7	25,3	2,0	31,8
Общая биомасса мезозoopланктона	65,1	100,0	34,4	100,0	6,3	100,0

Карта распределения кормового зоопланктона в северной Атлантике в слое 200—0 м, по материалам весеннего рейса «Михаила Ломоносова» в 1958 г., была составлена А. П. Кусморской. В связи с тем, что часть материалов, собранных в период МГГ и МГС, а также материалы 1960 г. еще не обработаны счетным методом, составление детальной карты распределения биомассы кормового зоопланктона в настоящее время преждевременно. Тем не менее представляет интерес обобщение имеющихся данных. На рис. 3 приведена схема распределения кормового зоопланктона в Атлантическом океане. В основу ее была положена карта распределения зоопланктона в Северной Атлантике, составленная А. П. Кусморской. Используемые для составления схемы материалы пятого, седьмого и восьмого рейсов «Михаила Ломоносова» по объему сестона, дающие завышенные результаты, были уменьшены в несколько раз. При этом использованы станции, для которых имеются данные по объему сестона и биомассе зоопланктона.

Материалы по Норвежскому морю взяты нами из работы Е. А. Павшикс [7], также соответственно уменьшенные. Распределение планктона в водах западной Африки приводится по работам Н. С. Хромова [8, 9].

Приведенная схема в целом подтверждает данные Е. Hentschel, Н. Friedrich и В. А. Яшнова.

Наиболее богата планктоном бореальная область Северной Атлантики, южнее которой расположена относительно бедная область смещения бореальной и тропической фауны, и еще южнее, к востоку от Саргассова моря (15—38° с. ш.), — самая бедная область. Между ними вклинивается относительно богатый планктоном район Азорских островов. В тропической области выделяется второй относительно богатый приэкваториальный район. Наконец, районы высокой биомассы планктона находятся у западного побережья Африки, у Ньюфаундленда, к северо-западу от Ирландии, на юге Норвежского моря.

Приведенные нами материалы по распределению планктона Атлантического океана в общем хорошо согласуются с данными Е. Hentschel и особенно Н. Friedrich. Наряду с этим имеется ряд данных, позволяющих значительно уточнить карту Н. Friedrich.

В частности, отмеченный им в центральной части Северной Атлантики язык чрезвычайно малой плотности планктона, распространяющийся примерно до 55° с. ш., т. е. заходящий в бореальную область, согласно нашим данным, не поднимается севернее 50° с. ш. Область же большей плотности планктона, распространяющаяся от входа в Английский канал и включающая район Азорских островов, по нашим наблюдениям, проходит более узкой полосой и не заходит южнее 35° с. ш.

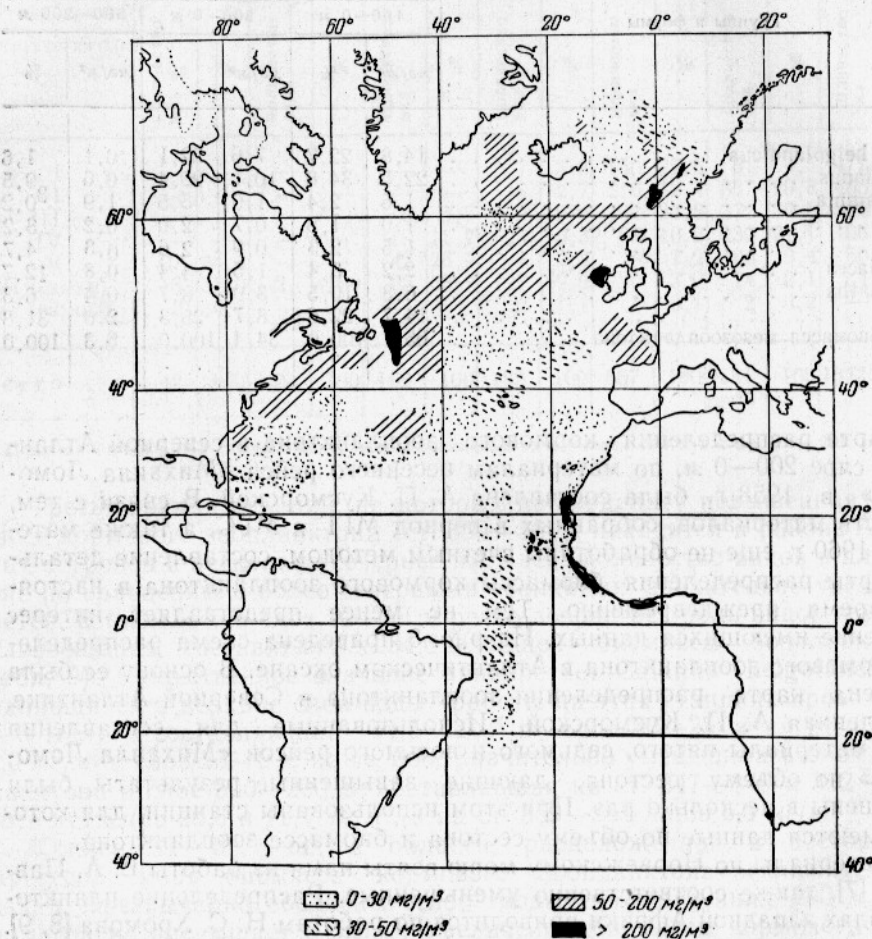


Рис. 3. Схема количественного распределения кормового зоопланктона в Атлантическом океане в слое 200—0 м, по данным советских исследований (ВНИРО, ПИНРО) в период МГГ и МГС.

В открытом океане значительные количества планктона обнаружены между 12° с. ш. и 5° ю. ш. Н. Friedrich устанавливает северную границу приэкваториальной области с повышенной плотностью планктона примерно на 17° с. ш.

Наконец, и что пожалуй самое важное, особенно богатые планктонные районы у берегов Африки, Ньюфаундленда, Ирландии, часть из которых, несомненно, соответствует районам промысловой концентрации рыб, у Н. Friedrich растворяются в окружающих их акваториях повышенной продуктивности.

Распределение районов, богатых планктоном, как нам кажется, довольно хорошо увязывается с представлениями В. Г. Богорова [15].

Определяющим условием для развития планктона в океане является количество питательных солей в зоне фотосинтеза (верхние 100—200 м).

В тех местах, где вследствие различных причин этот слой воды обогащается питательными веществами, наблюдается повышенное развитие планктона. В умеренных областях океана основным источником пополнения поверхностного слоя биогенами является осенне-зимняя циркуляция, приводящая к перемешиванию вод и подъему биогенов из зоны их аккумуляции. В тропических областях подъем глубинных вод, богатых биогенами, происходит либо вблизи берега материка или островов под влиянием сгонных ветров, либо в открытом океане в результате подъема глубинных вод под действием дивергенции. Кроме того, и в умеренных и в тропических зонах океана поверхностные воды обогащаются питательными солями также за счет материкового стока.

Действительно, бореальная область Атлантики, находящаяся под воздействием осенне-зимней циркуляции, — наиболее обширная акватория с повышенной биомассой планктона. Районы, особенно богатые планктоном в пределах бореальной области, по-видимому, дополнительно получают биогенные вещества с берега или из зоны аккумуляции. Богатство планктоном прибрежных районов Африки объясняется подъемом глубинных вод и береговым стоком. Ясно вырисовывается приэкваториальный пояс повышенной биомассы планктона, связанный, по В. Г. Богорову, с дивергенцией. Аналогичные явления обнаружены в Тихом и Индийском океанах во время исследований на э/с «Витязь» [2, 1]. Береговой сток с Азорских островов, очевидно, слишком ничтожен по сравнению с окружающей их акваторией повышенного количества планктона, которая, по-видимому, получает биогены из глубинных слоев воды.

Составленная нами схема не является окончательной и представляет собой лишь первую попытку обобщить большой материал, имеющийся в нашем распоряжении. Как уже указывалось, при составлении схемы были использованы данные по объему сестона. Метод определения объема сестона, позволяющий получать количественные данные непосредственно на судне, безусловно, имеет большое преимущество перед счетным методом при осуществлении поисковых работ, требующих немедленной оценки обстановки.

Однако в ряде случаев, в зависимости от состава планктона, эти данные могут в значительной степени искажать истинную картину. На примере обработанного материала, собранного по 30-му меридиану, можно видеть, что величина объема сестона в разных районах в зависимости от состава планктона, при условии отбора из пробы крупных медуз и оболочников, может в 4—10 раз превышать биомассу кормового мезозоопланктона, определенную счетным методом. Тем самым, определяя в пробе лишь объем сестона, можно получить неправильные соотношения количества планктона в разных районах океана.

Обработка всех собранных материалов счетным методом позволит составить правильную и детальную карту распределения зоопланктона в Атлантическом океане.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Богоров В. Г. и Виноградов М. Е. Распределение биомассы зоопланктона в центральной части Тихого океана. Труды Всесоюзного гидробиологического общества. Т. X. АН СССР. 1960.
2. Бродский К. А. О филогенетических отношениях некоторых видов *Calanus* (Copepoda) северного и южного полушарий. Зоологический журнал. Т. 38. 1959.
3. Владимирская Е. В. Распределение и сезонные изменения зоопланктона в районе Ньюфаундленда, помещена в настоящем сборнике.

4. Гамутилов А. Е. и Грузинов В. М. Зональность распределения гидрологических характеристик в Атлантическом океане. Труды Морского гидрофизического института. Т. XIX. АН СССР. 1960.
5. Канаева И. П. Распределение планктона в Атлантическом океане по тридцатому меридиану в апреле—мае 1959 г. Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство». 1960.
6. Кусморская А. П. Зоопланктон фронтальной зоны Северной Атлантики весной 1958 г. Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство». 1960.
7. Павштикс Е. А. Основные закономерности развития планктона в Норвежском и Гренландском морях. Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство». 1960.
8. Хромов Н. С. Распространение планктона и питание сардинеллы в районе Дакара.— Рыбное хозяйство. 1960. № 1.
9. Хромов Н. С. Распределение и динамика планктона и питание сардинеллы в промысловых районах у западных берегов Африки, помещена в настоящем сборнике.
10. Яшнов В. А. Инструкция по сбору и обработке планктона. ВНИРО. 1934.
11. Яшнов В. А. Морфология, распространение и систематика *Calanus finmarchicus* s. l. Зоологический журнал. Т. 34. Вып. 6. 1955.
12. Яшнов В. А. Происхождение видов *Calanus finmarchicus* s. l. Зоологический журнал. Т. 37. Вып. 6. 1958.
13. Яшнов В. А. Новая модель волюменометра для быстрого и точного определения объема планктона в экспедиционных условиях. Зоологический журнал. Т. 38. Вып. 2. 1959.
14. Яшнов В. А. Вертикальное распределение массы зоопланктона тропической области Атлантического океана. ДАН СССР. Т. 136. № 3. 1961.
15. Bogorov V. G. Productive regions of the oceans. Rapp. Cons. Explor. Mer. 137. 1960.
16. Friedrich H. Versuch einer Darstellung der relativen Besiedlungsdichte in den Oberflächenschichten des Atlantischen Ozeans. Kieler Meeresforsch. Band VII. Heft 2. 1950.
17. Hentschel E. Eine biologische Karte des Atlantischen Ozeans. Zool. Anz. Bd. 137. 1942.
18. Kusmorskaya A. P. Distribution of plankton in the North Atlantic in spring and autumn 1958. Rapp. Cons. Explor. Mer. 149. 1959.
19. Kusmorskaya A. P. Distribution of plankton in the North Atlantic in spring 1958. Int. Oceanogr. Congr. Preprints. Washington, 1959.
20. Kusmorskaya A. P. Zooplankton of the frontal zone of the North Atlantic in spring 1958. ICNAF. 732. Doc. № 14. 1960.
21. Marshall S. M. and Orr A. P. The biology of a marine Copepod *Calanus finmarchicus* (Gunnerus). London. 1955.
22. Marshall S. M., Orr A. P., Rees C. B. *Calanus finmarchicus* and Related Forms. Nature. V. 171. № 4365. 1953.
23. Rees C. B. The distribution of *Calanus finmarchicus* (Gunn.) and its two forms in North Sea. 1938—1939. Hull Bulletins of Marine Ecology. V. 11. № 14. 1949.