

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ НЬЮФАУНДЛЕНДА

Е. В. ВЛАДИМИРСКАЯ

Развитие океанического рыболовства требует изучения распределения и сезонных изменений кормовой базы важнейших промысловых рыб. В результате работ многих экспедиций был собран большой материал по планктону Атлантики. На основании этого материала Н. Friedrich [8] составил карту распределения относительной плотности планктона поверхностных слоев океана. По его данным, зона наибольшей плотности планктона в Северной Атлантике тянется вдоль побережья Северной Америки, юго-восточного побережья Гренландии и охватывает район Исландии.

В период Международного геофизического года и года Международного геофизического сотрудничества советские исследователи провели в Северной Атлантике сбор планктона от поверхности до глубины 500 м. А. П. Кусморская [3] составила карту весеннего распределения мезозoopланктона от Азорских островов до Ньюфаундленда, Испании и Исландии. Наиболее богатыми оказались воды в районе Большой Ньюфаундлендской банки и воды, омывающие северо-западное побережье Ирландии. Данные Н. Friedrich и А. П. Кусморской о богатстве планктона хорошо согласуются со сведениями об изобилии в этих рай-

онах запасов рыб, в том числе такого типичного планктофага, как сельдь, которая у берегов Америки почти не используется промыслом. Поэтому понятно, что распределение и динамика планктона в районе Ньюфаундленда заслуживают особо тщательного изучения.

Мы рассматриваем распределение и сезонные изменения зоопланктона в водах, омывающих Большую Ньюфаундлендскую банку и прилегающих к ней районов. Материалом для настоящей работы послужили пробы зоопланктона, собранные сотрудниками ВНИРО Е. В. Владимирской, Н. И. Кашкиным и О. А. Мовчан и сотрудником Зоологического института АН СССР В. С. Шуваловым во втором, четвертом и седьмом рейсах научно-исследовательского судна «Михаил Ломоносов» и сборы четырнадцатого рейса РТ «Севастополь», которые ПИНРО любезно предоставил в наше распоряжение. Сборы планктона проводили весной и осенью 1958 г., летом 1959 г. и в конце зимы — начале весны 1960 г. Эти исследования входили в комплекс работ МГГ и МГС.

В рейсах на судне «Михаил Ломоносов» зоопланктон был собран сетью Джеди диаметром 36 см из мельничного сита № 38 и сетью Джеди диаметром 80 см из крупочного сита № 140. В настоящей работе использованы материалы, собранные сетью диаметром 36 мм. Лов проводили по горизонтам 500—200, 200—100, 100—50, 50—25, 25—10 и 10—0 м. На некоторых станциях седьмого рейса были сделаны дополнительные ловы на горизонте 1000—500 м. На большинстве станций, сделанных «Севастополем», проведены только тотальные ловы 50—0 м, и лишь на некоторых — тотальные ловы 500—0, 200—0, 100—0 и 75—0 м. Зоопланктон собран также сетью Джеди диаметром 36 см из шелкового сита № 38. В табл. 1 указан период работ и количество проб зоопланктона, использованных при написании работы.

Таблица 1

Экспедиционное судно	Рейс	Период работ	Количество проб
«Михаил Ломоносов»	Второй	6/IV—2/V 1958 г.	205
	Четвертый	4/XI—2/XII 1958 г.	240
	Седьмой	17/III—30/III 1960 г.	112
«Севастополь»	Четырнадцатый	7/VII—11/VIII 1959 г.	45

В настоящее время закончена количественная обработка проб зоопланктона, собранного во втором и четвертом рейсах «Михаила Ломоносова» и в четырнадцатом рейсе «Севастополя», а также предварительно обработаны пробы, собранные в седьмом рейсе «Михаила Ломоносова».

Предварительная обработка заключалась в просмотре качественного состава проб и в определении объема сестона волюменометром В. А. Яшнова [7]. Перед определением объема из проб удаляли медуз, сифонофор, гребневиков, салпы и бочоночников. Эти группы не учитывали также при составлении карт распределения биомассы кормового зоопланктона.

Полная счетная обработка проб зоопланктона заключалась в определении количества организмов каждого вида в пробе с разбивкой их на возрастные и размерные группы и в последующем пересчете числа экземпляров на их сырой вес [2, 5]. В обработке материала, помимо

автора, принимали участие старшие лаборанты Л. В. Санина и В. Я. Павлов. Массовые формы фитопланктона в зонах цветения определены О. А. Мовчан.

Весна

В 1960 г. весна была более ранней, чем в 1958 г., поэтому мы имеем характеристики ранневесеннего (1960 г.) и поздневесеннего (1958 г.) состояния планктона. Материалы второго рейса детально освещены в работах А. П. Кусморской [6, 9, 10, 11], которая показала, что наиболее богаты кормовым зоопланктоном воды к северу от поверхностной весенней изотермы 10°C . В этой области резко преобладают бореальные виды с некоторой примесью арктических форм.

В седьмом рейсе в районе Большой Ньюфаундлендской банки была исследована значительно меньшая акватория, чем во время второго рейса, но сетка станций была более частой (рис. 1). Во втором рейсе

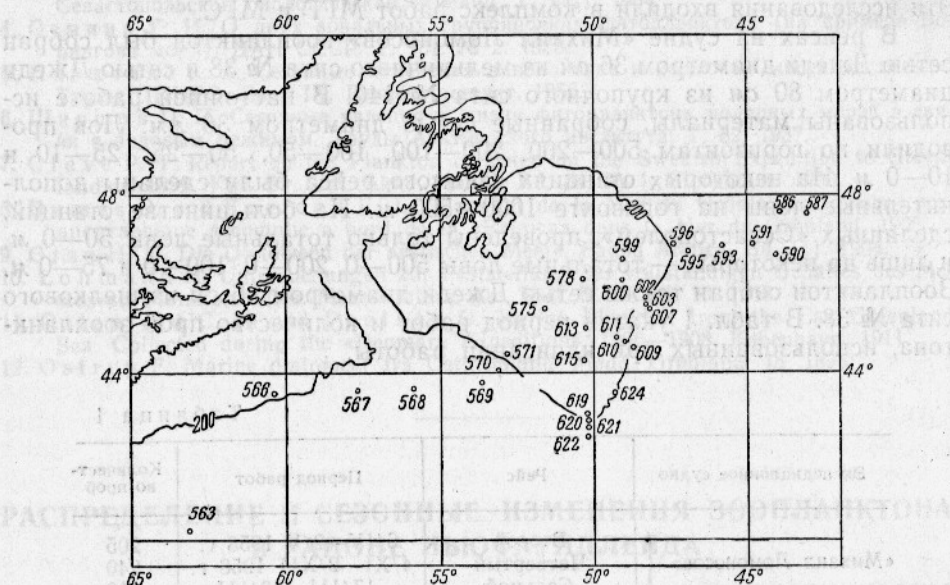


Рис. 1. Схема распределения станций седьмого рейса «Михаила Ломоносова».

один разрез пересекал банку Флемиш-Кап, другой, параллельный первому, — северо-восточную часть Большой Ньюфаундлендской банки. Собственно на этих банках было сделано 7 станций. В седьмом рейсе на этих банках было сделано 27 станций на ряде разрезов, пересекавших их склоны и мелководья. Западнее Большой Ньюфаундлендской банки было сделано 4 станции на широтном разрезе от Новой Шотландии до Большой Ньюфаундлендской банки и одна станция южнее Новой Шотландии. Восточнее Большой Ньюфаундлендской банки была сделана одна станция.

Качественный состав зоопланктона в пробах седьмого рейса был довольно однообразным. Исключение составляют самая западная и самая восточная станции (ст. 563 и 632). На всех станциях, расположенных на Большой Ньюфаундлендской банке, банке Флемиш-Кап и на западном широтном разрезе зоопланктон в основном был представлен бореальными формами. На станциях, расположенных на мелководье Большой Ньюфаундлендской банки, помимо океанических бореальных форм — *Calanus finmarchicus* (Gunner), *Pseudocalanus minutus* Kröyer,

Limacina retroversa, — в значительном количестве найдены неритические формы — *Temora longicornis* O. F. Müller, *Centropages hamatus* Lilljeborg. В планктоне было довольно много науплиусов и циприсовидных стадий *Balanus* sp. и личинок *Lamellibranchiata*. Арктический комплекс почти целиком отсутствовал, встречались только единичные экземпляры *Limacina helicina*.

На склонах Большой Ньюфаундлендской банки и банки Флеммиш-Кап из представителей бореальной фауны, наряду с массовыми формами — *Calanus finmarchicus*, *Pseudocalanus minutus* Kröyer, *Metridia longa* (Lubbock), *Metridia lucens* Boeck, *Pareuchaeta norvegica* (Boeck), *Aglantha digitale* (O. F. Müller), *Limacina retroversa* Flemming, *Thysanoessa longicaudata* (Kröyer), встречались также, но в меньшем количестве *Scolecithricella minor* (Brady), *Pleuromamma robusta* Dahl, *Temora longicornis*, *Heterorhabdus norvegicus* (Boeck), еще реже попадались *Spinocalanus longicornis* Giesbrecht, *Centropages hamatus*, *Acartia clausi* Giesbrecht, *Oncaea borealis* G. O. Sars, *Microsetella norvegica* Boeck, *Dimophies arctica* (Chun), *Tomopteris* sp.

На всех станциях, расположенных на склонах банок, в зоопланктоне наблюдалась значительная примесь арктических форм, в основном *Calanus hyperboreus* Kröyer, который встречался в количестве нескольких десятков экземпляров в пробе. На некоторых станциях его находили во всей толще воды, на других — только в нижних горизонтах. Другие представители арктического комплекса — *Calanus glacialis* Jasschnov [9] и *Limacina helicina* — встречались значительно реже. На восточном широтном разрезе (ст. 566—569) обнаружено небольшое количество тепловодных форм — *Aetideus armatus* Boeck, *Gaidius tenuispinus* G. O. Sars, *Scolecithricella ovata* Farran, *Gaetanus minor* Farran, *Pleuromamma xiphias* Giesbrecht, *Lophothrix* sp.

На крайних южных станциях, расположенных на «хвосте» Большой Ньюфаундлендской банки, в верхних слоях присутствовали единичные экземпляры тепловодных форм — *Clausocalanus arcuicornis* Dana, *Euchirella rostrata* (Claus), *Pleuromamma abdominalis* (Lubbock), *P. borealis* (Dahl), *Candacia armata* Boeck, *Oncaea conifera* Giesbrecht. Самая юго-западная станция (ст. 563) расположена в зоне смешения бореальной и тепловодной фауны; здесь были и бореальные *Calanus finmarchicus*, *Pareuchaeta norvegica*, *Pleuromamma robusta*, и тепловодные *Euchirella rostrata*, *Heterorhabdus* sp., *Pleuromamma xiphias*, *P. borealis*, *Rhincalanus nasutus* Giesbrecht, *Clausocalanus arcuicornis*, *Oncaea mediterranea* Claus, *Siphonophora*.

В зоне смешения фауны была расположена также самая восточная станция (ст. 632). В основном здесь найдены тепловодные формы — *Calanus helgolandicus* (Claus), *Neocalanus gracilis* (Dana), *Mecynocera clausi* Thompson, *Eucalanus elongatus* Dana, *Euchaeta acuta* Giesbrecht, *Pseudochirella pustulifera* Sars, *Pleuromamma abdominalis*, *P. xiphias*, *Salpae fusiformis*, *Euclio* sp. Кроме того здесь встречались бореальные *Calanus finmarchicus* и *Pareuchaeta norvegica*, а также арктический *Calanus hyperboreus*. На этой станции был сделан один тотальный лов от 1000 м до поверхности. Основываясь на большой разнице температур воды на глубине 1000 м (5,29°С) и у поверхности (14,4°С), можно предположить, что арктические формы находились в нижней части обловленного слоя, а тепловодные располагались выше.

Приведенный нами качественный состав зоопланктона в пробах седьмого рейса не отличается от состава зоопланктона в пробах второго рейса, собранных на рассматриваемой акватории.

Так как материалы седьмого рейса обработаны пока только предварительно и мы имеем о них лишь общее представление, то невозможно сопоставить распределение биомассы мезозoopланктона весной 1958 и 1960 гг., поэтому мы сравниваем распределение объема сестона во втором и седьмом рейсах, полученного при первичной обработке. Определяя объем сестона в пробе при помощи волюменометра, мы не можем различить доли объема, приходящиеся на зоопланктон и фитопланктон. Обычно это обстоятельство не имеет существенного значения, так как в большинстве случаев биомасса фитопланктона в пробе ничтожно мала по сравнению с биомассой зоопланктона, и только весной, когда наблюдается цветение воды, биомасса фитопланктона может во много раз превышать биомассу зоопланктона.

Объем сестона в пробе, полученный при помощи волюменометра, оказывается завышенным по сравнению с данными по биомассе планктона, полученными при счетной обработке с перечислением числа форм на их стандартный сырой вес. Даже при небольшом количестве фитопланктона в пробе и при отсутствии животных, в организме которых

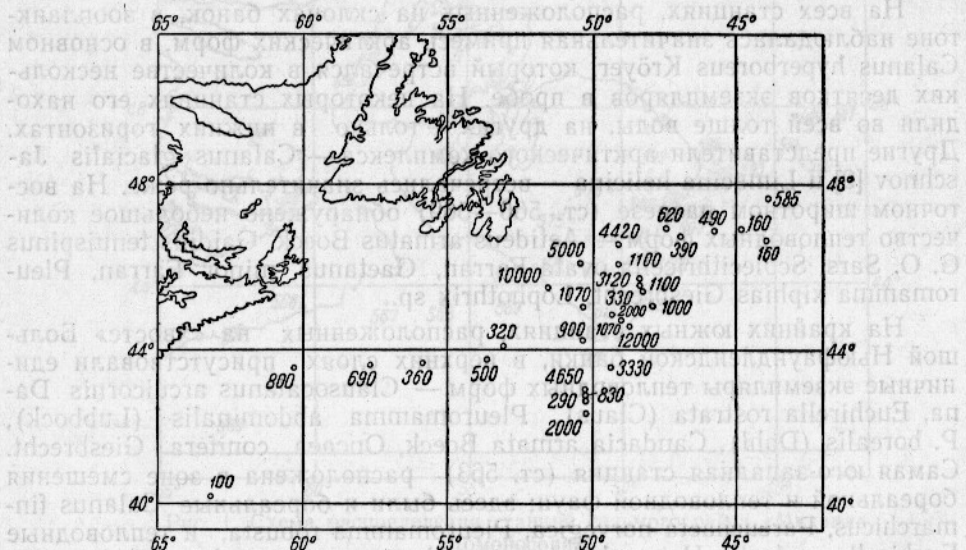


Рис. 2. Распределение объема сестона в $\text{мл}^3/\text{м}^3$ весной 1960 г.

содержится много воды (сальпы, медузы, гребневики, сифонофоры), объем сестона может быть в 4—10 раз больше объема биомассы кормового зоопланктона. В ряде случаев при обильном цветении воды это соотношение возрастает до 40—50 раз.

Во время седьмого рейса мы застали на Большой Ньюфаундлендской банке начало биологической весны. Обильное цветение воды различными формами фитопланктона было распространено по всему мелководью банки и на ее склонах. Очень большое количество фитопланктона затрудняло просмотр многих проб под биноклем, а в ряде районов содержание его в воде было столь велико, что на некоторых горизонтах представители зоопланктона почти полностью отсутствовали.

Состав зоопланктона был типичным для весны. На ряде станций в пробах планктона было много личинок офиур и других бентических форм, размножались различные представители веслоногих, встречались самки с яйцевыми мешками и рачки копепоидитных стадий. Распреде-

ние объема сестона в слое 200—0 м (по данным седьмого рейса) приведено на рис. 2.

Во втором рейсе интенсивное цветение воды диатомовыми во всей толще воды наблюдалось в северо-восточной части мелководья Большой Ньюфаундлендской банки (ст. 148—151). Южнее ст. 148 на склоне банки и на ближайших станциях, расположенных над большими глубинами, цветения не обнаружено. Массовыми видами в зоне цветения были *Chaetoceros atlanticus*, *Ch. convolutus*, *Rhizosolenia hebetata*, *Thalassiosira nordenskiöldii*.

Объем сестона на этих станциях в среднем составлял 640—700 мм³/м³. Благодаря массовому развитию водорослей существенно увеличивался объем сестона в поверхностных слоях. Это наблюдалось в обоих рейсах на станциях, расположенных на мелководье. Биомасса кормового зоопланктона значительно уменьшалась в придонном слое. Снижение количества планктона в придонном слое трудно проследить по объему сестона. В табл. 2 сравниваются объем сестона и биомасса кормового зоопланктона на различных горизонтах на станциях второго и седьмого рейсов (станции расположены в одной и той же части мелководья Большой Ньюфаундлендской банки).

Таблица 2

Слой в м	Второй рейс				Седьмой рейс, ст. 599, объем сестона в мм³/м³
	ст. 148		ст. 149		
	биомасса в мг/м³	объем сестона в мм³/м³	биомасса в мг/м³	объем сестона в мм³/м³	
10—0	418	1500			
25—10	261	410	447	1170	8000
50—25	258	540	173	560	4000
Дно¹—50	59	410	72	370	2500
Дно—0 м	207	640	232	700	4420

¹ На ст. 148 глубина 69 м, на ст. 149—74 м, на ст. 599—72 м.

В седьмом рейсе в этом районе наблюдалось бурное цветение во всей толще воды до дна. Среди массовых представителей фитопланктона были те же формы, что и во втором рейсе и, кроме того, в значительном количестве встречались *Thalassiosira longissima*, *Chaetoceros decipiens* и *Fragilaria oceanica*.

Средний объем сестона был значительно выше, чем во втором рейсе (см. табл. 2). На некоторых станциях объем сестона достигал 10 000 мм³/м³.

На банке Флемиш-Кап в отличие от Большой Ньюфаундлендской банки ни во втором, ни в седьмом рейсе не обнаружено сколько-нибудь значительного развития фитопланктона. Сорепода были представлены почти только взрослыми стадиями, молоде отсутствовала. В нижних слоях воды было много молодых офиур и *Ophiopluteus*. Особенно в большом количестве наблюдались они в седьмом рейсе. На ст. 591 фактически вся проба состояла из личинок донных животных.

Средний объем сестона в пробах второго рейса на банке Флемиш-Кап был 200—300 мм³/м³, в поверхностном слое 25—0 м он повышался до 400—500 мм³/м³, с глубиной количество планктона постепенно уменьшалось. Объем сестона на этих станциях всего в 2—3 раза превышал биомассу кормового зоопланктона.

Средний объем сестона в пробах седьмого рейса колебался от 160 до 490 $\text{мм}^3/\text{м}^3$. Наибольшее количество планктона было сосредоточено в верхнем 10-метровом слое. С глубиной количество его уменьшалось более резко, чем на соответствующих станциях второго рейса.

На склонах Большой Ньюфаундлендской банки в седьмом рейсе также наблюдалось сильное цветение. На рис. 3 приводится распреде-

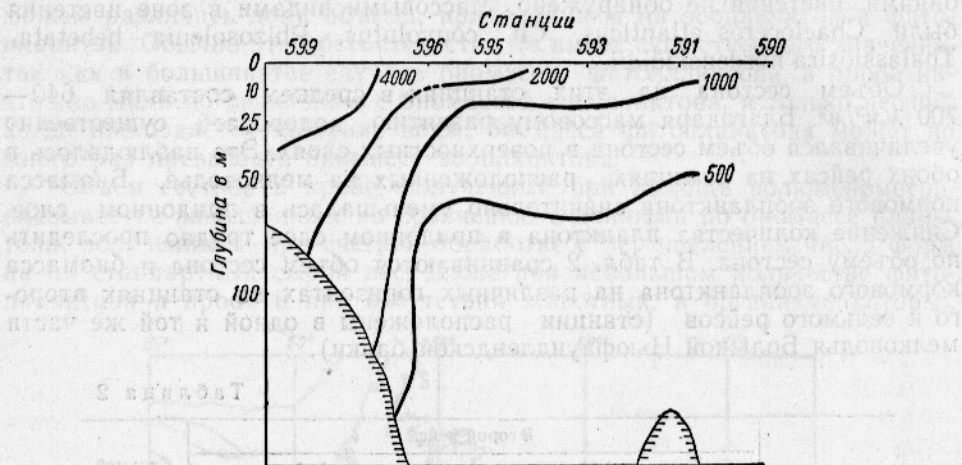


Рис. 3. Распределение объема сестона в $\text{мм}^3/\text{м}^3$ на ст. 590—599.

ление объема сестона в разных слоях воды на самом северном разрезе, проходившем от мелководья банки Флемиш-Кап до мелководья Большой Ньюфаундлендской банки (ст. 590—599). Ст. 595 и 596, расположенные в промежутке между двумя банками, занимают по объему сестона в пробах среднее положение между ст. 591 и 593 (мелководье банки Флемиш-Кап, где фитопланктона почти не было, и ст. 599 (мелководье Большой Ньюфаундлендской банки), где он развивался в массовом количестве. На ст. 595 и 596, расположенных над большими глубинами, средний объем сестона в слое 200—0 м был относительно небольшим — 370—680 $\text{мм}^3/\text{м}^3$. Цветение наблюдалось здесь только в поверхностном слое воды 10—0 м. Ниже этого слоя объем сестона был приблизительно таким же, как и на мелководье банки Флемиш-Кап. На ст. 595 наблюдалось наиболее резкое снижение объема сестона от поверхности в глубину: 2540 $\text{мм}^3/\text{м}^3$ в слое 10—0 и 860 $\text{мм}^3/\text{м}^3$ в слое 25—10 м.

На разрезах через юго-восточный склон цветение полностью захватывает верхний 50-метровый слой и даже занимает частично слой 100—50 м. Средний объем сестона достигает здесь 2000—3000 $\text{мм}^3/\text{м}^3$. Ст. 607 располагалась в районе больших глубин. Мы обловили слой до 1000 м. Цветение воды и обилие зоопланктона наблюдалось только в верхнем 100-метровом слое (4000 $\text{мм}^3/\text{м}^3$). В слое 200—100 м объем сестона был только 130 $\text{мм}^3/\text{м}^3$, а ниже биомасса планктона была очень небольшой — объем сестона не превышал 50 $\text{мм}^3/\text{м}^3$.

На разрезе через южный склон банки значительное количество фитопланктона наблюдалось даже немного ниже 200 м. Выше этого слоя цветение охватывало всю толщу воды до поверхности. Исключение составляет ст. 621, глубина на которой во время взятия проб менялась от 1093 до 607 м. На этой станции ни в одном слое цветения воды не обнаружено. На соседней ст. 622, расположенной несколько южнее

(глубина 2500 м), обильное цветение обнаружено в слое 200—0 м. По составу зоопланктона ст. 621 не отличается существенно от более северной ст. 620 и более южной ст. 622. Температура воды на поверхности на ст. 621 была на 1—2° С выше, чем на соседних станциях.

На разрезе, расположенном юго-западнее Большой Ньюфаундлендской банки (ст. 566—569), цветение наблюдалось от поверхности до глубины 100 м. Особенно интенсивным оно было в поверхностном слое 10—0 м. Зоопланктон состоял в основном из бореальных форм с

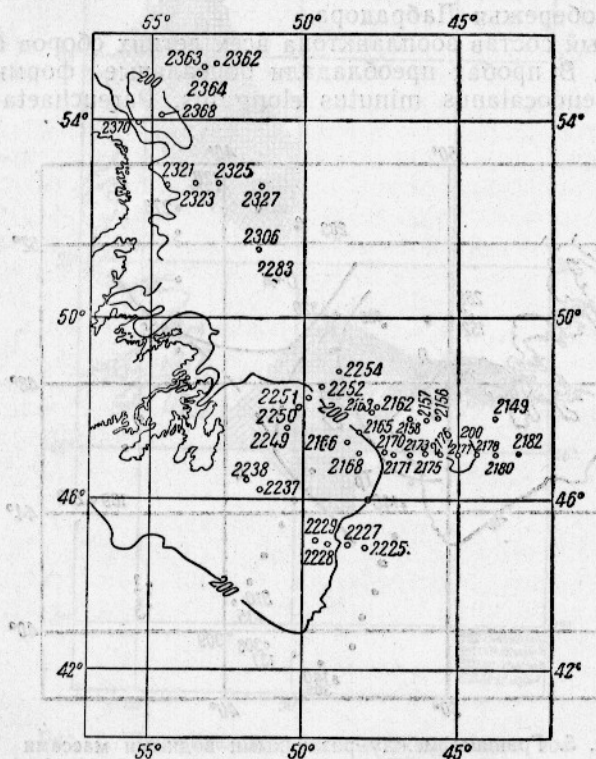


Рис. 4. Схема распределения станций четырнадцатого рейса РТ «Севастополь».

небольшой примесью арктических. Объем сестона в слое 200—0 м составлял 300—800 мм³/м³. Максимальный объем сестона в поверхностном слое был 4200 мм³/м³. От поверхности в глубину количество планктона убывало равномерно; в слое 500—200 м объем сестона не превышал 70 мм³/м³.

Во втором рейсе станции на мелководье Большой Ньюфаундлендской банки и банки Флемиш-Кап выполнены во второй половине апреля, а в седьмом рейсе — во второй половине марта. Температура поверхностного слоя воды во втором рейсе была на 1,5—2°С выше, чем в седьмом рейсе. Несмотря на разницу во времени, наблюдается очень большое сходство и в составе планктона, и в объеме сестона в пробах обоих рейсов. Некоторое отличие наблюдается только в расположении зоны цветения. В седьмом рейсе зона цветения находилась значительно южнее и наблюдалась не только на мелководье Большой Ньюфаундлендской банки, но и на ее склонах и на прилегающих к банке станциях, расположенных над большими глубинами. Полная обработка материа-

лов седьмого рейса позволит уточнить характер весеннего распределения планктона.

Лето

Летом 1959 г. (с 7 июля по 11 августа) на «Севастополе» были проведены сборы планктона на ряде станций. Из них 30 станций расположены на Большой Ньюфаундлендской банке и банке Флемиш-Кап по тем же приблизительно разрезам, что и в седьмом рейсе «Михаила Ломоносова» (рис. 4). Остальные 11 станций сделаны значительно севернее, вдоль побережья Лабрадора.

Качественный состав зоопланктона всех летних сборов был довольно однородным. В пробах преобладали бореальные формы: *Calanus finmarchicus*, *Pseudocalanus minutus elongatus*, *Pareuchaeta norvegica*,

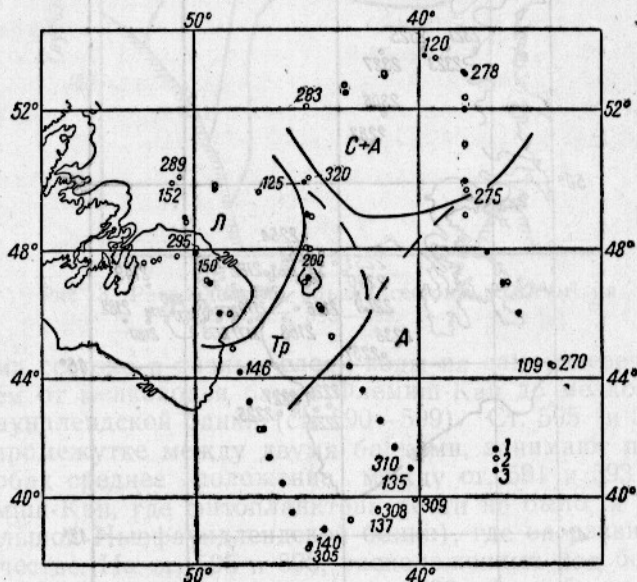


Рис. 5. Границы между различными водными массами в центральной части Северной Атлантики (по О. И. Мамаеву) в $мг/м^3$.

С + А — субарктическая водная масса; Л — лабдорская (арктическая) водная масса; А — североатлантическая водная масса; Tr — зона горизонтальной трансформации.

Metridia longa, *M. lucens*, *Oithona spinirostris*, *Oncaea borealis* и др. Арктические формы, в основном *Calanus hyperboreus*, присутствовали в небольшом количестве, но были довольно широко распространены. Тепловодные формы *Scolecithricella ovata*, *Sc. vittata*, *Undinella oblonga*, *Acartia dana*, *Oncaea conferta* встречались единичными экземплярами на некоторых станциях.

По сравнению с весенними оборами второго рейса количество тепловодных форм крайне мало. Это может быть объяснено тем, что в летнем рейсе не было сделано станций на южном склоне Большой Ньюфаундлендской банки и в районе больших глубин южнее банки Флемиш-Кап. Таким образом, большинство летних станций было выполнено за пределами североатлантической водной массы — в зоне распространения лабдорской водной массы и в зоне горизонтальной трансформации, лежащей южнее предыдущей зоны. Расположение водных масс мы приводим по данным О. И. Мамаева (рис. 5).

На рис. 6 приводится распределение биомассы кормового зоопланктона летом 1959 г. в слое 50—0 м.

Наибольшее количество кормового зоопланктона ($400\text{--}700\text{ мг/м}^3$) наблюдалось на северных и северо-восточных склонах Большой Ньюфаундлендской банки и банки Флемиш-Кап. Максимальная биомасса — 1250 мг/м^3 — была обнаружена на восточном склоне банки Флемиш-Кап.

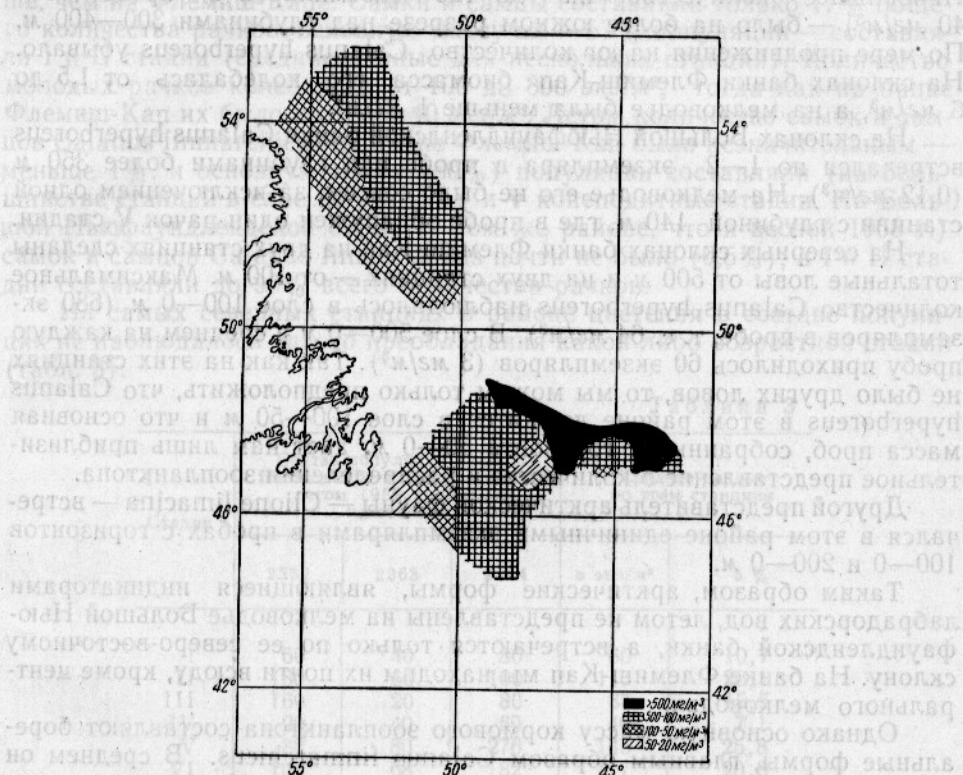


Рис. 6. Распределение биомассы кормового зоопланктона летом 1959 г.

На мелководье Большой Ньюфаундлендской банки и банки Флемиш-Кап биомасса кормового зоопланктона была небольшой — $50\text{--}80\text{ мг/м}^3$, а на некоторых станциях даже около 20 мг/м^3 .

Вдоль побережья Лабрадора на небольших глубинах биомасса кормового зоопланктона также была невелика — $40\text{--}90\text{ мг/м}^3$, над глубинами более 1000 м — от 100 до 275 мг/м^3 .

По сравнению со вторым и седьмым рейсами «Михаила Ломоносова», биологическая весна продвинулась далеко на север. Весной 1958 г. обильное цветение наблюдалось до 49° с. ш. и лишь очень слабое — на 50° с. ш. В летних сборах РТ «Севастополь» цветение наблюдалось от $52^\circ 40'$ до 55° с. ш., причем наиболее интенсивным оно было на станциях, расположенных на 55° с. ш.

Распределение арктических форм свидетельствует о проникновении лабдорских вод. Наиболее широко — на 23 станциях — был распространен *Calanus hyperboreus*, *Calanus glacialis* встречался только на двух станциях, *Clione limacina* — на четырех, *Limacina helicina* — на одной станции.

Calanus hyperboreus обнаружен на всех станциях севернее Большой Ньюфаундлендской банки, на ее северо-восточном склоне и на всех станциях, расположенных на банке Флемиш-Кап, за исключением одной в центре банки.

На самом северном разрезе в зоне интенсивного цветения над глубинами более 1000 м в пробе насчитывалось 10—20 рачков (5—7 мг/м³). Наибольшее количество их — до 126 экземпляров в пробе (30—40 мг/м³) — было на более южном разрезе над глубинами 300—400 м. По мере продвижения на юг количество *Calanus hyperboreus* убывало. На склонах банки Флемиш-Кап биомасса его колебалась от 1,5 до 6 мг/м³, а на мелководье была меньше 1 мг/м³.

На склонах Большой Ньюфаундлендской банки *Calanus hyperboreus* встречался по 1—2 экземпляра в пробе над глубинами более 350 м (0,12 мг/м³). На мелководье его не было совсем, за исключением одной станции с глубиной 140 м, где в пробе обнаружен один рачок V стадии.

На северных склонах банки Флемиш-Кап на двух станциях сделаны тотальные ловы от 500 м и на двух станциях — от 100 м. Максимальное количество *Calanus hyperboreus* наблюдалось в слое 100—0 м (680 экземпляров в пробе, т. е. 64 мг/м³). В слое 500—0 м в среднем на каждую пробу приходилось 60 экземпляров (3 мг/м³). Так как на этих станциях не было других ловов, то мы можем только предположить, что *Calanus hyperboreus* в этом районе держится в слое 100—50 м и что основная масса проб, собранных с горизонта 50—0 м, дает нам лишь приблизительное представление о количестве и распределении зоопланктона.

Другой представитель арктической фауны — *Clione limacina* — встречался в этом районе единичными экземплярами в пробах с горизонтов 100—0 и 200—0 м.

Таким образом, арктические формы, являющиеся индикаторами лабдорских вод, летом не представлены на мелководье Большой Ньюфаундлендской банки, а встречаются только по ее северо-восточному склону. На банке Флемиш-Кап мы находим их почти всюду, кроме центрального мелководья.

Однако основную массу кормового зоопланктона составляют boreальные формы, главным образом *Calanus finmarchicus*. В среднем он составляет 74% биомассы кормового зоопланктона на большинстве станций в слое 50—0 м. На одной из северных станций (ст. 2368) в массе обнаружены различного размера *Oikopleura* sp. (63% общей биомассы кормового планктона). *Calanus finmarchicus* составлял здесь всего 20%. На двух станциях (2237 и 2238), расположенных в центре мелководья Большой Ньюфаундлендской банки, 53% общей биомассы приходилось на неритические формы — *Temora longicornis* и *Pseudocalanus minutus elongatus*. *Calanus finmarchicus* составлял здесь всего около 6%.

На ст. 2173, расположенной в проливе между Большой Ньюфаундлендской банкой и банкой Флемиш-Кап, 68% составляли Euphausiidae. В летних пробах их было немного, средняя биомасса в слое 50—0 м составляла 12 мг/м³. Максимальное количество Euphausiidae — 1473 мг/м³ — было обнаружено на ст. 2173. На северных станциях, расположенных над большими глубинами, биомасса этих рачков составляла 15—30% общей биомассы (до 40 мг/м³). На большинстве станций Euphausiidae были представлены молодыми стадиями — calyptopis и furcilia — размером 3—4 мм.

Численность и состав популяции *Calanus finmarchicus* летом были иными, чем весной (мы сравниваем летние материалы только с данными второго рейса «Михаила Ломоносова», обработанными счетным методом). Весной биомасса *Calanus finmarchicus* в слое 50—0 м составляла

около 50% общей биомассы кормового зоопланктона (100—300 мг/м³). На банке Флемиш-Кап *Calanus finmarchicus* начал размножаться незадолго до наших работ; самки и самцы составляли до 84%, I и II копепоидные стадии — от 6 до 13% общего количества рачков.

На Большой Ньюфаундлендской банке, где станции расположены на северо-восточном крае плато, размножение началось, очевидно, раньше, чем на Флемиш-Капе. Самки и самцы составляли только 17% общего количества рачков, основную массу их — 57% популяции — составляли I и II стадии (средние данные для нескольких станций). Количество молодых рачков колебалось от 100 до 800 экз/м³, тогда как на банке Флемиш-Кап их было не более 40 экз/м³. Летом количество самок и самцов *Calanus finmarchicus* на банке Флемиш-Кап было незначительным — меньше 1%, и основную массу (80%) популяции составляли (на большинстве станций в слое 50—0 м) IV и V копепоидные стадии. На Большой Ньюфаундлендской банке (в том же районе, что и весной 1958 г.) самок и самцов *Calanus finmarchicus* почти не было (0,5%), а I и II стадии составляли до 97% всего количества рачков.

На самых северных станциях в районе цветения в составе популяции не наблюдалось явного преобладания какой-либо возрастной стадии (табл. 3).

Таблица 3

Стадии	Состав популяции <i>Calanus finmarchicus</i> в районе цветения летом 1959 г. (экз/м ³) на станциях			Средние данные по трем станциям	
	2362	2363	2364	в экз/м ³	в %
I	60	40	80	60	10,7
II	180	60	100	113	20,1
III	160	20	80	87	15,5
IV	20	40	60	40	7,1
V	80	80	276	145	25,8
VI	101	68	182	117	20,8

В тотальных сборах от 500, 200 и 100 м до поверхности биомасса *Calanus finmarchicus* составляет от 55 до 93% общей биомассы кормового зоопланктона (табл. 4).

Таблица 4

Станции	Горизонт в м	<i>Calanus finmarchicus</i>		<i>Calanus hyperboreus</i>		Euphausiacea		Pareuchaeta norvegica		Прочие	
		мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%	мг/м ³	%
2157	500—0	84,4	84,4	2,1	2,1	1,7	1,7	3,2	3,2	8,6	8,6
2158	500—0	10,4	55,5	0,9	4,2	2,1	11,3	3,1	16,6	2,3	12,4
2149	200—0	464,5	92,3	3,1	0,6	3,4	0,7	7,8	1,6	24,2	4,8
2306	200—0	15,0	72,9	0,1	0,5	0,4	2,1	—	—	5,1	24,5
2149	100—0	1147,9	93,4	9,9	0,8	16,7	1,4	5,2	0,4	48,8	4,0
2156	100—0	491,0	69,2	63,6	9,0	21,8	3,1	36,8	5,2	95,5	13,5
2306	170—0	38,9	76,0	0,3	0,5	1,2	2,3	—	—	10,8	21,2
2306	75—0	179,3	79,4	3,3	1,4	7,8	3,5	0,3	0,1	35,0	15,6

Картина распределения кормового зоопланктона осенью в общих чертах повторяет его весеннее и летнее распределение, однако соотношение арктических, бореальных и тепловодных форм на большинстве станций меняется.

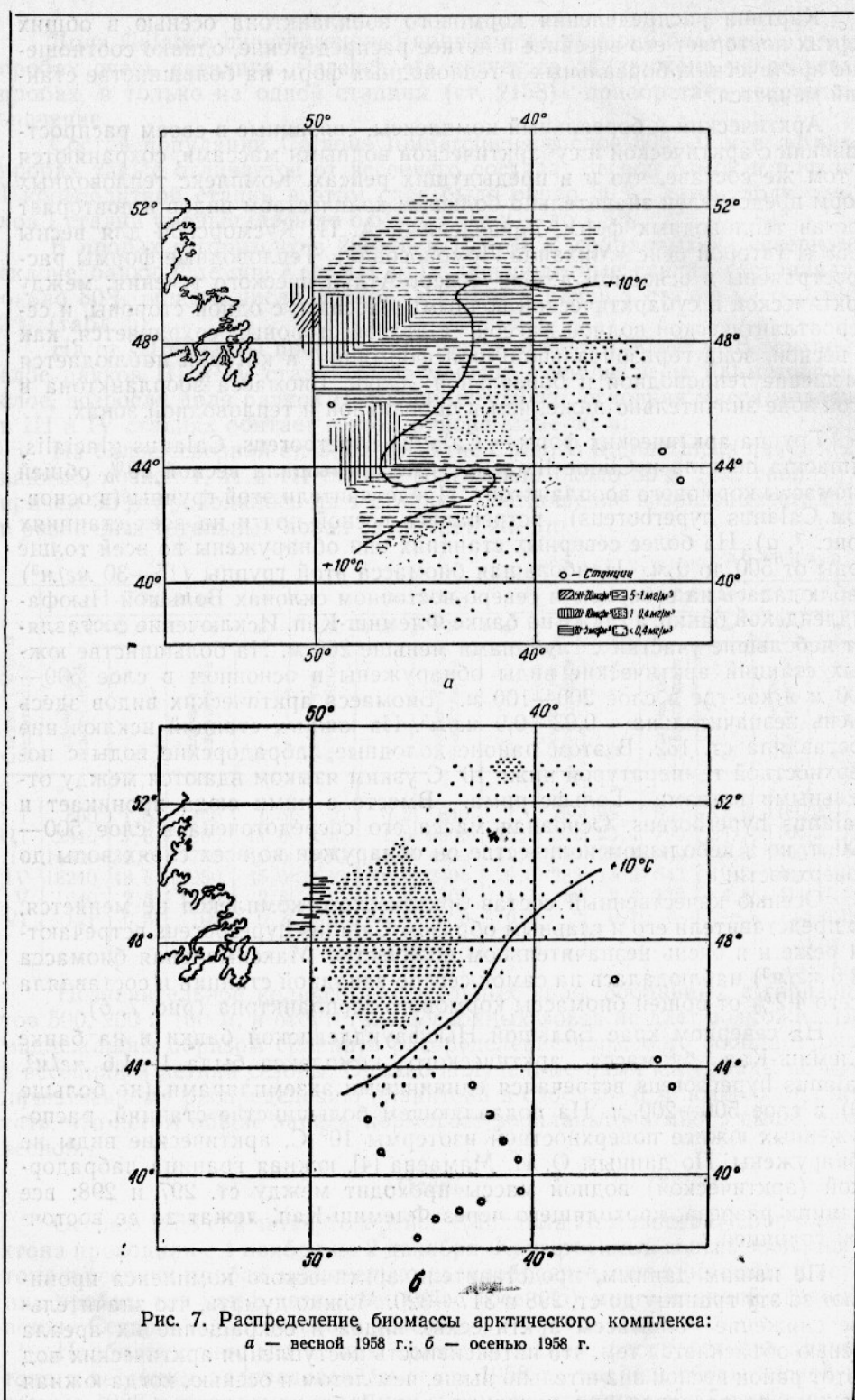
Арктический и бореальный комплексы, связанные в своем распространении с арктической и субарктической водными массами, сохраняются в том же составе, что и в предыдущих рейсах. Комплекс тепловодных форм представлен значительно большим количеством видов и повторяет состав тепловодных форм, приведенный А. П. Кусморской для весны 1958 г. (второй рейс «Михаила Ломоносова»). Тепловодные формы распространены в основном в зоне Северо-Атлантического течения; между арктической и субарктической водными массами, с одной стороны, и североатлантической водной массой, с другой стороны, сохраняется, как и весной, зона горизонтальной трансформации, в которой наблюдается смешение тепловодной и бореальной фаун. Биомасса зоопланктона в этой зоне значительно ниже, чем в бореальной и тепловодной зонах.

Группа арктических форм — *Calanus hyperboreus*, *Calanus glacialis*, *Limacina helicina* и *Clione limacina* — не превышала весной 20% общей биомассы кормового зоопланктона. Представители этой группы (в основном *Calanus hyperboreus*) встречались весной почти на всех станциях (рис. 7, а). На более северных станциях они обнаружены во всей толще воды от 500 до 0 м. Наибольшая биомасса этой группы (15—30 мг/м³) наблюдалась на северном и северо-восточном склонах Большой Ньюфаундлендской банки, а также на банке Флемиш-Кап. Исключение составляют небольшие участки с глубинами меньше 200 м. На большинстве южных станций арктические виды обнаружены в основном в слое 500—200 м и кое-где в слое 200—100 м. Биомасса арктических видов здесь очень незначительна — 0,03—0,9 мг/м³. Из южных станций исключение составляла ст. 132. В этом районе холодные лабдорские воды с поверхностной температурой ниже 10° С узким языком вдаются между отдельными ветвями Гольфстрима. Вместе с ними сюда проникает и *Calanus hyperboreus*. Основная масса его сосредоточена в слое 500—200 м, но в небольшом количестве он обнаружен во всех слоях воды до поверхности.

Осенью качественный состав арктического комплекса не меняется, но представители его и главным образом *Calanus hyperboreus* встречаются реже и в очень незначительном количестве. Максимальная биомасса (3,6 мг/м³) наблюдалась на самой северо-западной станции и составляла всего 4,2% от общей биомассы кормового зоопланктона (рис. 7, б).

На северном крае Большой Ньюфаундлендской банки и на банке Флемиш-Кап биомасса арктического комплекса была 1—1,6 мг/м³. *Calanus hyperboreus* встречался единичными экземплярами (не больше 10) в слое 500—200 м. На подавляющем большинстве станций, расположенных южнее поверхностной изотермы 10° С, арктические виды не обнаружены. По данным О. И. Мамаева [4], южная граница лабдорской (арктической) водной массы проходит между ст. 297 и 298; все станции разреза, проходящего через Флемиш-Кап, лежат за ее восточной границей.

По нашим данным, представители арктического комплекса проникают за эту границу до ст. 298 и 317—320. Можно думать, что значительное снижение биомассы арктических видов и сокращение их ареала осенью объясняется тем, что интенсивность поступления арктических вод в этот район весной значительно выше, чем летом и осенью, когда южная граница распространения холодных вод Лабдорского течения зани-



мает наиболее северное положение. По данным Ю. В. Истошина и других [1], арктический фронт в апреле 1958 г. проходил на 120 миль южнее, чем в ноябре.

Бореальные формы распространены на тех же станциях, что и весной. Их доля в общей биомассе кормового зоопланктона возрастает на северо-западе, где количество арктических форм уменьшается. В тех районах, куда осенью проникает значительно больше тепловодных форм, доля бореальных форм несколько уменьшается.

Тепловодные формы осенью проникают значительно севернее, чем весной. На одной из самых северо-западных станций (ст. 122 во втором рейсе и ст. 282 в четвертом рейсе) весной тепловодных видов было значительно меньше, чем осенью (табл. 6). На банке Флемиш-Кап и на более северных станциях этого разреза весной тепловодных форм не было совсем, осенью мы находили *Nannocalanus minor*, *Calocalanus tenuis*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Clausocalanus furcatus*, *Spinocalanus longicornis*, *Gaidius tenuispinus*, *Candacia* sp.

Таблица 6

Тепловодные формы зоопланктона	Распределение тепловодных форм	
	весной (ст. 122)	осенью (ст. 282)
<i>Calanus tenuicornis</i>	—	+
<i>Neocalanus gracilis</i>	—	+
<i>Nannocalanus minor</i>	—	+
<i>Rhincalanus nasutus</i>	+	+
<i>Mecynocera clausi</i>	—	+
<i>Calocalanus tenuis</i>	—	+
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	+	+
<i>Ctenocalanus vanus</i>	—	+
<i>Aetideus armatus</i>	+	+
<i>Gaidius tenuispinus</i>	+	+
<i>Gaetanus minor</i>	+	—
<i>Euchaeta acuta</i>	—	+
<i>Scaphocalanus echinatus</i>	—	+
<i>Scolecithricella ovata</i>	+	—
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	—	+
<i>Pleuromamma xiphias</i>	—	+
<i>Pleuromamma borealis</i>	+	+
<i>Pleuromamma gracilis</i>	—	+
<i>Lucicutia flavicornis</i>	—	+
<i>Euaugaptilus pumilio</i>	+	—
<i>Candacia</i> sp.	+	—
<i>Oncaea venusta</i>	—	+
<i>Clytemnestra rostrata</i>	—	+
<i>Corina</i> sp.	—	+

Единичные экземпляры этих тепловодных видов проникают на северо-запад (ст. 287 и 288) и только на самой крайней ст. 289 их осенью не было совсем. На северном разрезе (ст. 278—283) биомасса тепловодных видов осенью значительно больше, чем весной. В табл. 7 сравнивается биомасса тепловодных форм с общей биомассой всего зоопланктона для ряда станций, сделанных весной и осенью в одной и той же точке (см. рис. 5).

Таблица 7

Станция	Общая биомасса в $\text{мг}/\text{м}^3$	Биомасса тепловодных форм	
		в $\text{мг}/\text{м}^3$	в % от общей биомассы
Весна			
118	74,3	0,28	0,37
122	68,3	0,45	0,66
128	143,4	—	—
144	58,5	1,4	2,5
Осень			
278	16,9	0,23	1,4
282	14,8	1,82	12,3
317	35,1	0,02	0,06
301	7,9	3,2	40,0

Сальп и бочоночников в пробах четвертого рейса было меньше, чем в пробах второго рейса. Больше всего их обнаружено на самых южных станциях (305—309), но и здесь количество этих животных не превышало 10 экземпляров на один лов сетью Джеди. Встречались они на значительно меньшем количестве станций.

Основную массу кормового зоопланктона осенью составляли бо-

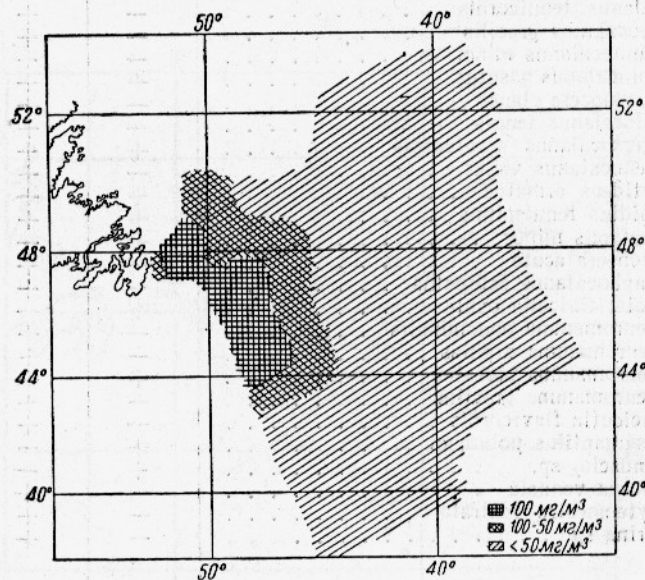


Рис. 8. Распределение биомассы кормового зоопланктона осенью 1958 г.

реальные формы. Биомасса кормового зоопланктона была значительно ниже весенней и летней (рис. 8). Максимальная величина биомассы кормового зоопланктона в бореальной зоне (свыше $300 \text{ мг}/\text{м}^3$) наблюдалась весной в восточной части мелководья Большой Ньюфаундлендской банки и на ее северо-восточных склонах. Летом наибольшее ко-

личество планктона мы находим на северных склонах банки Флемиш-Кап и северо-восточных склонах Большой Ньюфаундлендской банки. На станциях, где весной наблюдалась наибольшая биомасса кормового зоопланктона, летом и осенью она не превышала 160 мг/м^3 . Более высокая биомасса осенью нигде не отмечена.

Южнее банки, между водами Гольфстрима и Лабрадора, располагается зона горизонтальной трансформации, в которой смешиваются бореальная и тепловодная фауны. Количество зоопланктона в этой зоне резко снижается и на протяжении широкой полосы, огибающей склоны банки с юга и юго-востока, биомасса не превышает $10\text{--}20 \text{ мг/м}^3$. Только на самых южных станциях (305—308), расположенных в зоне северо-атлантической водной массы, биомасса зоопланктона повышалась до 35 мг/м^3 .

В составе планктона были обнаружены почти исключительно тепловодные формы. В северной части Большой Ньюфаундлендской банки в слое 200—0 м *Calanus finmarchicus* составлял, как и весной, до 70% общей биомассы кормового зоопланктона. Максимальная биомасса его в этом слое достигала 70 мг/м^3 . Однако на большинстве станций популяция *Calanus finmarchicus* осенью обитала ниже 200 м. Так, на ст. 281—288 в слое 500—200 м сосредоточено от 84 до 99,9% биомассы *Calanus finmarchicus*, находившегося в слое 500—0 м.

Весной интенсивное развитие *Calanus finmarchicus* наблюдалось в зоне распространения бореальной фауны. Распределялся он от дна до поверхности; рачки I—III стадии составляли 40—80% всего количества особей, причем 30% приходилось на I стадию (табл. 8).

Таблица 8

Стан- ция	Глу- бина в м	Численность и возрастной состав популяции <i>Calanus finmarchicus</i> в 1958 г. при лове от дна до поверхности сетью Джеди											
		I		II		III		IV		V		VI	
		коли- чество	%	коли- чество	%	коли- чество	%	коли- чество	%	коли- чество	%	коли- чество	%
Весна													
151	236	991	33,3	485	16,6	133	4,5	169	5,6	247	8,3	946	31,7
150	165	1387	25,2	757	13,7	275	5,0	232	4,2	559	10,1	2309	41,8
149	74	81	6,7	140	11,5	273	22,4	358	29,4	203	16,6	164	13,4
148	66	457	44,9	339	33,3	160	15,7	51	5,0	4	0,4	7	0,7
Осень													
290	220	792	20,2	587	15,0	638	16,3	719	18,4	886	22,6	290	7,5
295	180	579	27,7	591	28,3	444	21,2	257	12,3	190	9,1	31	1,4
296	76	28	13,6	43	20,9	51	24,8	43	20,9	38	18,3	3	1,5
297	95	11	1,5	67	8,9	131	17,6	209	28,1	320	43,0	7	0,9

Осенью интенсивное развитие калануса наблюдалось только на самых северо-западных станциях; рачки I—III стадий составляли 50—75% общего количества особей; популяция распределялась во всей толще воды от дна до поверхности.

На крайней ст. 289 молодь калануса держится в верхнем 100-метровом слое, численного преобладания какой-либо одной стадии нет. В придонном слое преобладают IV и V копепоидитные стадии, готовые перейти в зимнее состояние (табл. 9).

Таблица 9

Ста- дии разви- тия	Численность и возрастной состав популяции <i>Calanus finmarchicus</i> на различных горизонтах на ст. 289 при лове сетью Джеди							
	10—0 м		50—25 м		100—50 м		200—100 м	
	количе- ство	%	количе- ство	%	количе- ство	%	количе- ство	%
I	72	25,7	525	27,3	135	26,9	—	—
II	78	27,9	675	35,1	150	29,3	30	25,7
III	67	23,9	334	17,4	88	17,6	8	6,8
IV	55	19,6	286	14,9	98	19,6	56	47,9
V	7	2,5	70	3,6	24	4,9	16	13,6
VI	1	0,4	31	1,7	8	1,7	7	6,0

Calanus finmarchicus южнее ст. 298 не обнаружен. На этой станции, расположенной над большими глубинами, в слое 200—0 м биомасса калянуса составляла всего $1,2 \text{ мг/м}^3$, в слое 500—200 м — $17,2 \text{ мг/м}^3$. В нижнем слое рачков I и II стадий не было, а рачки III стадии составляли всего 0,2% общего количества особей. Яиц и науплиусов на этой станции было в 8 раз меньше, чем на более северной ст. 289. Популяция состояла в основном из IV и V копепоидных стадий, что свидетельствует о переходе популяции в зимующее состояние.

На банке Флемиш-Кап калянус в основном перестал размножаться и перешел в зимующее состояние. На северо-восточных станциях (278—283) калянус встречался в незначительном количестве.

Распределение биомассы кормового зоопланктона и ее основного компонента *Calanus finmarchicus* повторяет в общих чертах распределение зоопланктона весной и летом. Наиболее богатым был район Большой Ньюфаундлендской банки. Средняя биомасса во всех районах — и на мелководье, и над глубинами — осенью значительно меньше, чем весной и летом.

ВЫВОДЫ

1. В исследованном районе в планктоне преобладают бореальные формы, связанные в своем распространении с субарктической водной массой. К бореальным формам добавляется небольшое количество арктических форм, которые проникают с лабдорскими водами. Тепловодные формы распространяются с юго-запада на северо-восток с Северо-Атлантическим течением. Между лабдорской и североатлантической водными массами расположена зона горизонтальной трансформации, которая является зоной смешения бореальной и тепловодной фауны.

2. Цветение наблюдается весной в районе Большой Ньюфаундлендской банки — на ее мелководье и склонах. Объем сестона достигает весной $10\,000 \text{ мм}^3/\text{м}^3$. Летом цветение смещается на север — мы обнаружили его на материковой отмели у берегов Лабрадора. Объем сестона на этих станциях не превышал $2000 \text{ мм}^3/\text{м}^3$.

3. Максимальная биомасса кормового зоопланктона в слое 200—0 м увеличивается от весны к лету от 300 до 500 мг/м^3 , к осени максимальная биомасса понижается до 160 мг/м^3 .

Зона максимальной биомассы весной занимает северо-восточную часть мелководья Большой Ньюфаундлендской банки, летом она смещается на северо-восточные склоны этой банки и на северные склоны

банки Флемиш-Кап, а осенью максимальная биомасса снова характерна для северо-восточного края плато Большой Ньюфаундлендской банки.

4. Основой кормового зоопланктона в бореальной зоне является *Calanus finmarchicus*, который весной составлял 40—70% общей биомассы кормового зоопланктона в слое 200—0 м, летом 50% в слое 50—0 м (в ряде проб, взятых с горизонтов 500—0 и 200—0 м, достигал 85—90%), осенью 70% в слое 200—0 м и до 75% в слое 500—200 м. Весной популяция *Calanus finmarchicus* состояла в основном из I и VI копепоидитных стадий (по 30%); летом на Большой Ньюфаундлендской банке 97% приходилось на долю I и II копепоидитных стадий, а на банке Флемиш-Кап 80% — на долю IV и V стадий; осенью в слое 200—0 м в популяции было много молодежи без численного преобладания какой-либо одной стадии. В слое 500—200 м были в основном IV и V копепоидитные стадии, что свидетельствует о переходе популяции в зимующее состояние.

5. Распределение биомассы *Calanus finmarchicus* повторяет в общих чертах распределение биомассы кормового зоопланктона в бореальной зоне. В зоне распространения тепловодных форм не наблюдается преобладания какой-либо одной формы; при большом разнообразии форм все они характеризуются весьма небольшой численностью.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Истошин Ю. В., Заклинский А. Б. и Аксенов Д. А. О сезонных изменениях температуры и солености вод Северной Атлантики. Труды Морского гидрофизического института АН СССР. Т. XIX. 1960.
2. Канаева И. П. Средний вес *Copepoda* Центральной и Северной Атлантики, Норвежского и Гренландского морей, помещена в настоящем сборнике.
3. Кусморская А. П. Зоопланктон фронтальной зоны Северной Атлантики весной 1958 г. Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1960.
4. Мамаев О. И. О водных массах Северной Атлантики и их взаимодействии. Труды Морского гидрофизического института АН СССР. Т. XIX. 1960.
5. Яшнов В. А. Инструкция по сбору и обработке планктона. ВНИРО. 1934.
6. Яшнов В. А. Морфология, распространение и систематика *Calanus finmarchicus* s. l. Зоологический журнал. Т. 34. Вып. 6. 1955.
7. Яшнов В. А. Новая модель волюмометра для быстрого и точного определения объема планктона в экспедиционных условиях. Зоологический журнал. Т. 38. Вып. 2. 1959.
8. Friedrich H. Versuch einer Darstellung der relativen Besiedlungsdichte in den Oberflächenschichten des Atlantischen Ozeans. Kieler Meeresforsch. Bd. VII. Heft 2. 1959.
9. Kusmorskaya A. P. Distribution of plankton in the North Atlantic in spring and autumn 1958. Rapp. Cons. Explor. Mer. 149. 1959.
10. Kusmorskaya A. P. Distribution of plankton in the North Atlantic in spring 1958. Int. Oceanogr. Congr. Preprints. Washington. 1959.
11. Kusmorskaya A. P. Zooplankton of the frontal Zone of the North Atlantic in spring 1958. ICNAF. 732. Doc. № 14. 1960.