

УДК 595.34(261)

РАЗВИТИЕ *CALANUS FINMARCHICUS*
(GUNNER) ВЕСНОЙ В РАЙОНЕ НЬЮФАУНДЛЕНДА

Е. В. ВЛАДИМИРСКАЯ

В период Международного геофизического года и года Международного геофизического сотрудничества советскими исследователями был собран большой материал по распределению и составу планктона в Северной Атлантике. Сотрудники ВНИРО принимали участие в экспедициях, организованных Морским гидрофизическим институтом на научно-исследовательском судне «Михаил Ломоносов». Работы были начаты под руководством А. П. Кусморской, а затем продолжены под руководством проф. Л. Г. Виноградова. Вопросы распределения биомассы и качественного состава кормового зоопланктона по собранным материалам были изложены в работах А. П. Кусморской (1959, 1960), И. П. Канаевой (1960, 1962, 1963), В. А. Яшнова (1961, 1962), Е. В. Владимирской (1962, 1964, 1965). В данной статье рассматри-

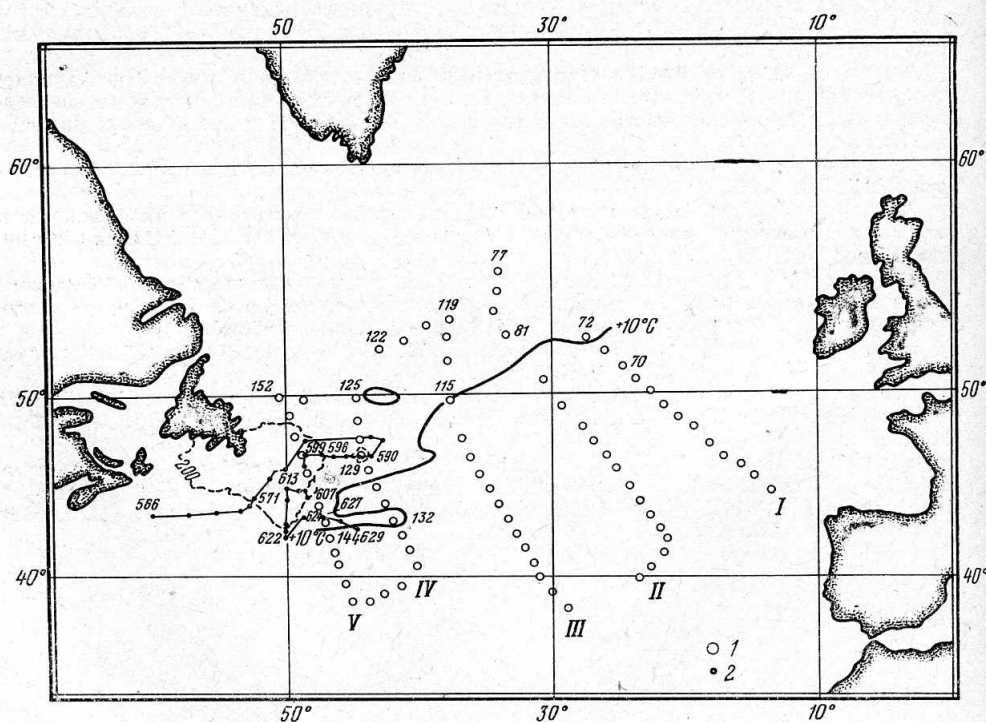


Рис. 1. Карта станций:

1 — станции II рейса судна «Михаил Ломоносов», март — май 1958 г.; 2 — станции VII рейса судна «Михаил Ломоносов», март 1960 г.

вается только весеннее распределение и развитие, а также возрастной состав популяции *Calanus finmarchicus*.

Материалом для данной статьи послужили сборы планктона, проведенные во II и VII рейсах судна «Михаил Ломоносов» на Большой Ньюфаундлендской банке, на банке Флемиш-Кап и в прилежащей к ним северо-западной части Атлантического океана. Во II рейсе 213 проб зоопланктона были собраны с большой акватории на 42 станциях (рис. 1). В VII рейсе собраны 102 пробы на 28 станциях, причем все станции были выполнены на мелководье банок, на их склонах и в непосредственной близости от склонов. В обоих рейсах зоопланктон собирали сетью Джудея (из мельничного сита № 38) с диаметром входного отверстия 36 см. Сбор проводили по стандартным горизонтам: 1000—500, 500—200, 200—100, 100—50, 50—25, 25—10 и 10—0 м. Все пробы были обработаны количественным способом по принятой во ВНИРО методике.

Во II рейсе работы в этих районах проводились в период с 9 апреля по 2 мая 1958 г. Год этот был аномально теплым, а весна относительно поздней, таким образом полученный нами материал характеризует поздневесеннее состояние планктона. В VII рейсе работы проводились с 17 по 28 марта 1960 г. В этом году была более ранняя весна, и полученный материал характеризует ранневесеннее состояние зоопланктона.

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

Гидрологические условия в изучаемом районе весьма сложны и обусловлены взаимодействием теплого Северо-Атлантического и холодного Лабрадорского течений (Адров, 1957, 1958; Богданов, 1959; Елизаров, 1958, 1959, 1962; Зайцев, 1959). В разные годы и в разные сезоны интенсивность этих течений меняется. Соответственно изменяются температурный и солевой режим вод, поступление биогенных элементов, а следовательно, изменяются и сроки наступления биологических сезонов.

Лабрадорское течение несет холодные воды из Баффинова залива, к которым добавляются относительно более теплые воды ветви Западно-Гренландского течения. В результате воды прибрежного края Лабрадорского течения более холодные и менее соленые, чем воды его наружного восточного края. Особенно сильно влияние Лабрадорского течения на район Большой Ньюфаундлендской банки сказывается весной и в начале лета, меньше зимой. Подходя к северным склонам Большой Ньюфаундлендской банки Лабрадорское течение разделяется на две ветви. Прибрежная ветвь проходит вдоль о. Ньюфаундленд. Основная струя Лабрадорского течения огибает северный склон Большой Ньюфаундлендской банки и вдоль ее восточного склона направляется на юг, огибая, таким образом, банку и смешиваясь с водами Северо-Атлантического течения и с собственно водами банок, образованными в результате смешения вод берегового стока, Лабрадорского течения и Гольфстрима.

Воды банок подвержены быстрым и неперiodическим изменениям температуры и солености благодаря малой глубине на банках и меняющемуся напору холодных и теплых вод извне.

Около южной оконечности Большой Ньюфаундлендской банки лабрадорские воды частично отжимаются Северо-Атлантическим течением на северо-восток и образуют противотечение, идущее к южному склону банки Флемиш-Кап. Одна из ветвей этого противотечения хорошо про-

слеживается на карте распределения температуры на водной поверхности (Труды МГИ, 1962). В районе станции 132 Лабрадорское течение вклинивается в теплые воды Северо-Атлантического течения; изотерма $+10^{\circ}\text{C}$ делает здесь резкую петлю (см. рис. 1). В этом районе лаб-
 дорская вода прослеживается до глубины 300 м. Станция 132, характерная для зоны горизонтальной трансформации между водами системы Гольфстрима и Лабрадора, существенно отличается по форме T, S -кривых от соседних станций 131 и 133, лежащих в водах Северо-Атлантического течения (рис. 2, А). Слоистое распределение водных масс на станции 132 хорошо прослеживается на графиках вертикального распределения температуры и солености (Труды МГИ, 1962).

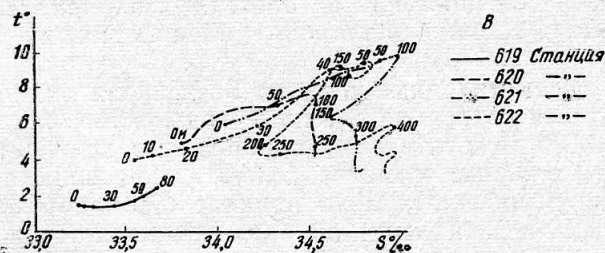
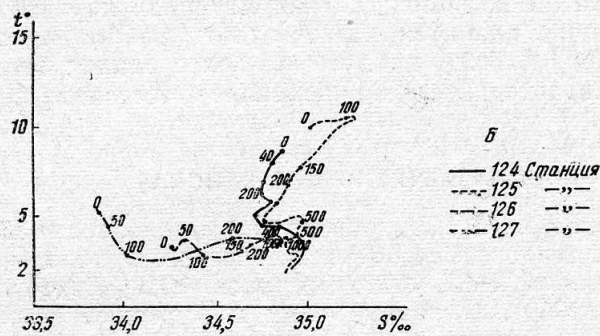
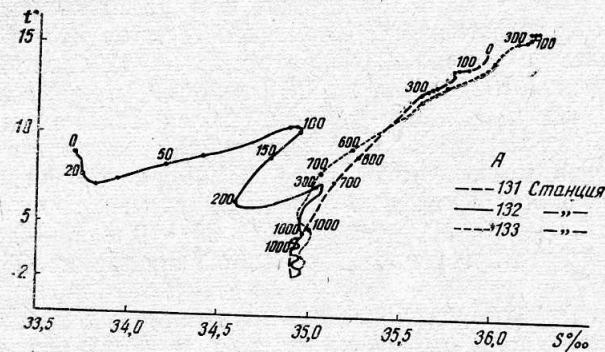


Рис. 2. T, S -кривые различных станций.

В районе банки Флемиш-Кап проходит зона горизонтальной трансформации между водами Лабрадорского и Северо-Атлантического течений. Ветвь Лабрадорского течения огибает банку Флемиш-Кап по ее северным и восточным склонам и у южного склона встречается с указанным выше противотечением. Несколько севернее, в районе станции 125, навстречу этой ветви движется струя Северо-Атлантического течения, отходящая от основного его потока, а далее к северо-востоку от нее располагается субарктическая водная масса.

На рис. 2, Б приведены T, S -кривые для четырех станций, расположенных севернее банки Флемиш-Кап. Кривая станции 126 соответствует ветви Лабрадорского течения. Кривая станции 127 характеризует эту ветвь, несколько прогретую под влиянием вод Северо-Атлантического течения. Кривая станции 125 имеет в верхней части изгиб, характерный для соленого ядра Северо-Атлантического течения. Судя по распределению температуры и солености на вертикальных разрезах (Труды МГИ, 1962, рис. 58 и 59) стержень этой ветви Северо-Атлантического течения проходит непосредственно в зоне станции 125. Кривая станции 124 приближается к субарктическому типу.

По материалам IV рейса судна «Михаил Ломоносов» (осень 1958 г.) были установлены О. И. Мамаевым (1960) границы между различными водными массами в центральной части Северной Атлантики. На основании этой схемы и проведенного нами анализа гидрологических данных, полученных во время II рейса судна «Михаил Ломоносов», была составлена аналогичная схема для весны 1958 г. (рис. 3).

В области субарктической водной массы весной 1958 г. были сделаны станции 72—81, 115—122. Воды Лабрадорского течения занимали всю северо-восточную часть Большой банки (станции 148—151) и

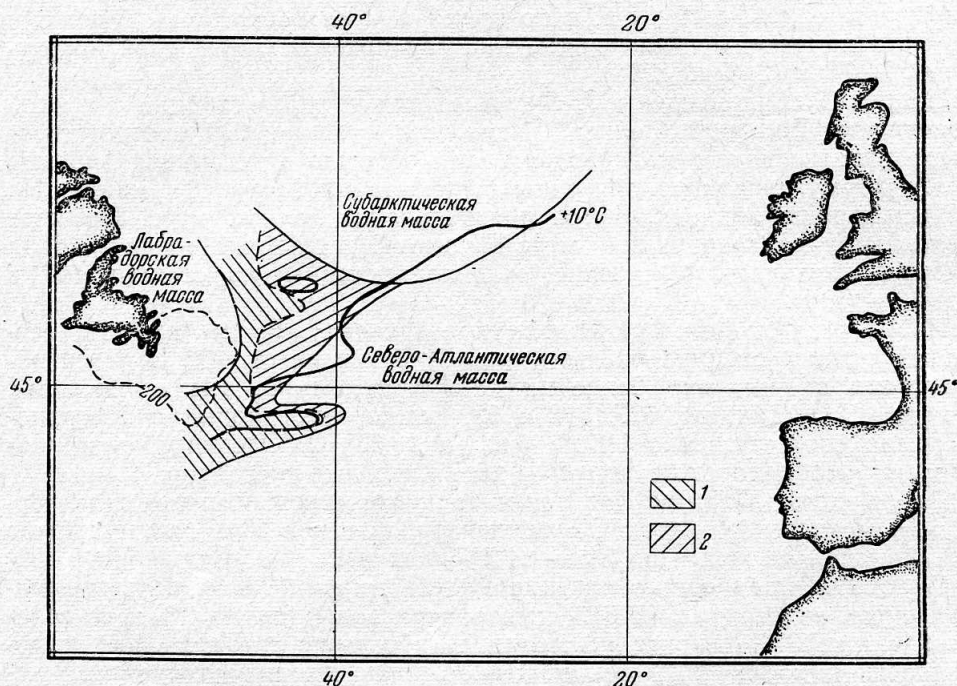


Рис. 3. Схема распределения водных масс весной 1958 г.:

1 — часть зоны горизонтальной трансформации, находящаяся под большим влиянием Лабрадорского течения; 2 — часть зоны горизонтальной трансформации, находящаяся под большим влиянием Северо-Атлантического течения.

ее северные склоны (станции 152, 153). Основной стержневой поток воды отрицательной температуры проходил в районе станции 151 (Труды МГИ, 1962, рис. 66 и 111). Станции 126, 132, 144—146 располагались в зоне горизонтальной трансформации, находящейся под большим влиянием Лабрадорского течения. Станции 125, 127—129 были расположены также в зоне горизонтальной трансформации, но в той ее части, где сказывается большее влияние Северо-Атлантического течения. Все остальные станции II рейса располагались в зоне Северо-Атлантического течения.

Во второй половине марта 1960 г. общее распределение водных масс в районе Ньюфаундленда было таким же, как и весной 1958 г. Влияние лабрадорских вод сказывалось на всем мелководье Большой Ньюфаундлендской банки. Вода здесь в результате зимней циркуляции была полностью перемешана (Агеноров, 1964; Зубин, 1964). Северо-восточная часть мелководья была занята водами Лабрадорского течения с температурой ниже 0°. На остальной части мелководья, занятой

собственно банковыми водами, температура воды не превышала 2° С. Соленость на всем мелководье составила 32,5—33‰. Расположение изотермы 2° почти совпадает с изобатой 200 м и отходит от нее только на юго-западном склоне Большой банки под напором атлантических вод. В 1960 г. наблюдалось увеличенное поступление атлантических вод в район Ньюфаундлендских банок, в результате чего холодный фронт был сдвинут севернее обычного среднегодового положения и прижат к южной оконечности Большой банки. Изотермы и изогалины в этом районе были максимально сближены. Подходящие сюда лабрадорские воды вклинивались в воды Северо-Атлантического течения и частично опускались вниз, в то время как на восточном склоне они натекали на атлантические воды, занимая поверхностный слой до глубины 50—70 м (Зубин, 1964).

На рис. 2, В приведены T, S-кривые для четырех станций у южной оконечности Большой банки. Кривая для станции 619 соответствует перемешанным водам мелководья. На остальных станциях кривые имеют форму, типичную для зоны горизонтальной трансформации. На кривых хорошо видно слоистое распределение водных масс. По мере удаления от мелководья все четче вырисовывается слой соленого ядра Северо-Атлантического течения, располагающийся на станции 622 в слое 40—150 м.

На разрезе от Большой Ньюфаундлендской банки к Азорским островам в районе станции 628 (см. рис. 1) как и на ст. 132 II рейса наблюдалась значительно более низкая температура, чем на соседних станциях. На станциях 627, 628 и 629 температура воды на поверхности была соответственно 11,72°; 5,22° и 13,55° С. Очевидно, такое ответвление Лабрадорского течения более или менее постоянно.

Район банки Флемиш-Кап занят трансформированными водами Северо-Атлантического течения с температурой выше 3° и соленостью до 34‰ на поверхности и до 34,5—34,7‰ у дна.

В зоне Лабрадорского течения 23—24 марта 1960 г. была выполнена суточная станция (596). Температура воды (около 0°) и ее соленость (ниже 33‰) почти не менялись в течение суток в слое от поверхности и до глубины 130 м. Наибольшая амплитуда суточных колебаний температуры и солености приходилась на слой от 120 до 160 м, наименьшая — на придонный слой (ниже 200 м).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ *CALANUS FINMARCHICUS*¹

Зимой популяция *C. finmarchicus* состоит в основном из «зимующего фонда». В более южных районах ареала «зимующий фонд» представлен IV—V копеподитными стадиями. В более северных районах популяция зимует на стадиях III—IV. «Зимующий фонд» обычно держится на глубинах ниже 200 м, и даже ниже 500 м. В декабре—январе V стадия переходит в VI, причем первыми появляются самцы, а затем уже самки. Одновременно популяция покидает нижние слои и переходит в верхний 100-метровый слой, где и происходит размножение. Такое постепенное изменение соотношения возрастных стадий наблюдалось в районе станции 119 (табл. 1).

После копуляции происходит откладка яиц, из которых вылупляются науплиусы. В начале этого периода количество яиц превалирует над количеством науплиусов, затем наблюдается обратная картина. Из

¹ Работы советских и зарубежных авторов по биологии и распространению *C. finmarchicus* приведены в монографии Маршалла и Орра (S. M. Marshall and A. P. Orr, 1955).

Т а б л и ц а 1
**Распределение возрастных стадий *Calanus finmarchicus* в различных слоях
 воды весной 1958 г. на станции 119 (количество экз. в слое)**

Слой облова, м	Копеподитные стадии							I—VI
	I	II	III	IV	V	VI		
						самцы	самки	
100—0	11	5	2	28	237	150	426	859
200—100	—	—	—	7	20	49	57	133
500—200	—	—	—	121	234	118	29	502
1000—500	—	—	—	15	20	35	—	70
Всего . . .	—	—	—	—	—	—	—	1564

науплиусов последовательно появляются I—IV копеподитные стадии и цикл заканчивается. В различных районах ареала каланус может давать 1—3 генерации в год, так как время, занимаемое полным циклом, колеблется от 2,5 месяцев до 1 года. Маршалл и Опп (1955) указывают, что даже при наличии в популяции зрелых самок, откладка яиц может задерживаться до наступления весеннего обилия диатомовых, поэтому единственным точным показателем размножения они считают одновременное наличие в водоеме яиц, науплиусов и младших копеподит.

Размножение *C. finmarchicus* начинается в разных районах в разные сроки в зависимости от широты места и от расположения его в той или иной водной массе.

Материалы II рейса дают представление о весеннем распределении *C. finmarchicus*, составе его популяции и сроках размножения в различных водных массах. Материалы VII рейса дополняют эти сведения и дают возможность более детально рассмотреть сроки размножения *C. finmarchicus* непосредственно в районе Большой Ньюфаундлендской банки.

Границей массового распространения *C. finmarchicus* в марте — мае 1958 г. в обследованном районе можно условно считать поверхностную изотерму $+10^{\circ}$ — границу массового распространения бореальной фауны. Южнее этой изотермы располагается выделенная А. П. Кусморской зона смешения бореальной и тропической фаун. Эта зона тянется широкой полосой в направлении распространения Северо-Атлантического течения. *C. finmarchicus* встречался в зоне смешения в незначительном количестве и преимущественно в более глубоких слоях. Так, на станциях 133, 135, 137, 142 калануса было не более 100 экз. под $1 м^2$. На станции 112 из 2300 экз. под $1 м^2$ только 60 экз. (IV копеподитные стадии и самки) были в верхнем 100-метровом слое, остальные рачки были в слое 500—200 м.

Максимальная численность (350—750 тыс. экз. под $1 м^2$) наблюдалась в районе распространения лабрадорской водной массы на северном и северо-восточном склоне Большой Ньюфаундлендской банки. В зоне распространения субарктической водной массы численность калануса колебалась от 1,6 — 5,8 тыс. экз. под $1 м^2$ в восточной части этой зоны до 17—39 тыс. экз. в западной части этой зоны (рис. 4).

Зону горизонтальной трансформации между водами Лабрадорского и Северо-Атлантического течения можно по численности *C. finmarchicus*

разделить на две части. В той части этой зоны, которая находилась под большим влиянием Лабрадорского течения, численность *C. finmarchicus* была 100—230 тыс. экз. под 1 м². В остальной части зоны, находившейся под большим влиянием Северо-Атлантического течения, численность его колебалась от 9 до 80 тыс. экз. под 1 м². У северной кромки Северо-Атлантического течения проходит узкая полсса с численностью калянуса 0,5—2,5 тыс. экз. под 1 м².

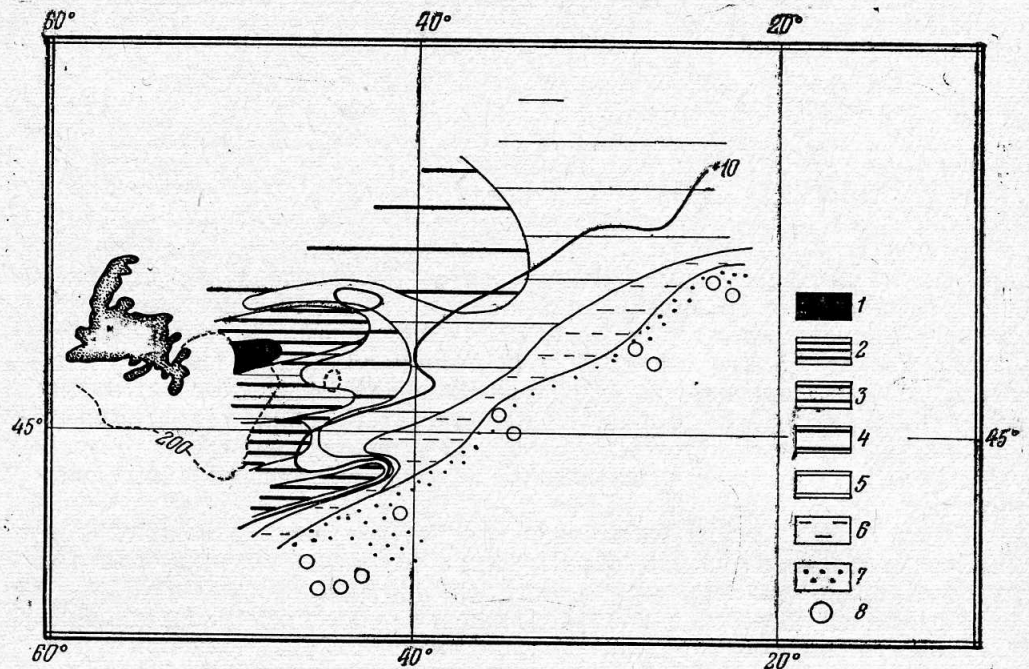


Рис. 4. Распределение *Calanus finmarchicus* весной 1958 г. в тыс. экз. под 1 м²:
1—больше 500; 2—500—100; 3—100—50; 4—50—10; 5—10—1; 6—1—0,1; 7—меньше 0,1; 8—станции, на которых не было калянуса.

Почти на всей обследованной нами акватории размножение *C. finmarchicus* уже началось. Там, где размножение только еще начиналось, значительная часть рачков держалась в нижних слоях воды; в других районах, где размножение его началось раньше, свыше 90% общей его численности было сосредоточено в верхнем 100-метровом слое (табл. 2).

Состав популяции *C. finmarchicus* в отдельных районах был различен.

Вторая половина апреля для северо-восточной части обследованного района (станции 115—125) — начало весны. На северных станциях (станции 119—122) половину популяции составляли самки и самцы (рис. 5), причем на долю самцов приходилось 10—20%. Необычайно высокий процент самцов показывает, что популяция готова к размножению.

Количество яиц на северных станциях очень мало: 10—50 экз/м³ или от 0,8 до 3,8 экз. на 1 самку. Несколько южнее (станции 118 и 117) количество яиц увеличивается (соответственно 135 и 587 экз/м³ или 4,7 и 15,5 экз. на 1 самку). Значительно увеличивается доля науплиусов (см. рис. 5, А). В соотношении копепоидитных стадий возрастает доля I и II стадий (см. рис. 5, Б).

Таблица 2

Распределение *Calanus finmarchicus* в различных водных массах весной 1958 г.

Номер станции	Глубина, м	Количество экземпляров под 1 м ²			Количество I—VI копепоидитных стадий (в %) в различных слоях		
		яйца	науплиусы	I—VI копепоидитные стадии	100—0 м	200—100 м	500—200 м
Субарктическая водная масса							
115	4360	—	1 500	13 180	92,8	—	7,2
117	3560	63 600	26 400	13 110	80,3	0,8	18,9
118	3830	14 700	16 950	7 180	87,3	2,3	10,4
119	2980	4 160	1 440	15 640	54,9	8,5	36,6
120	3650	22 350	3 490	16 770	78,6	6,5	14,9
121	3790	15 750	11 500	8 730	69,5	15,1	15,4
122	4310	16 650	5 900	16 920	90,7	2,9	6,4
Лабрадорская водная масса							
148	60	—	46 500	10 180	100	—	—
149	80	153 000	52 500	12 090	100	—	—
150	170	1 213 750	689 000	55 190	42,3	57,7	—
151	220	850 730	334 000	29 120	83,5	14,4	2,1
152	330	242 230	32 400	3 680	95,4	2,4	2,2
153*	1410	6 500	3 750	5 190	—	—	—
Зона горизонтальной трансформации, находящаяся под большим влиянием Лабрадорского течения							
126	1730	515 250	157 500	13 210	99,1	0,6	0,3
132	5020	121 500	87 350	8 210	93,0	0,1	6,9
144	4440	166 250	127 050	16 250	98,2	0,6	1,2
145	3710	145 750	28 650	4 740	98,0	1,2	0,8
146*	3700	118 000	204 000	24 350	—	—	—
Зона горизонтальной трансформации, находящаяся под большим влиянием Северо-Атлантического течения							
125	4280	1 050	3 820	4 570	93,8	3,9	2,3
127	320	18 810	9 360	3 960	94,7	2,0	3,3
128	150	26 590	17 030	7 740	98,7	1,3	—
129	3780	59 300	68 100	12 540	98,6	0,4	1,0
Северо-Атлантическая водная масса							
112	4370	—	—	2 300	2,6	—	97,4
113	4580	—	—	2 460	66,3	—	33,7
130*	4990	—	3 000	940	—	—	—
131	5200	—	—	830	—	—	100
133	6030	—	—	80	—	—	100
135	4830	—	—	20	50	—	50
137	5300	—	—	80	100	—	—
142	4310	—	—	90	—	—	100
143	4620	—	—	890	—	—	100

Примечание. На станции 130 был сделан только тотальный лов 500—0 м; на станциях 146 и 153 — тотальный лов 200—0 м.

Станции 112 и 113 лежат, как было сказано выше, за пределами основного ареала *C. finmarchicus* в водах Северо-Атлантического течения. Здесь популяция *C. finmarchicus* состояла в основном из IV—V копепоидных стадий. Яиц и науплиусов не было обнаружено.

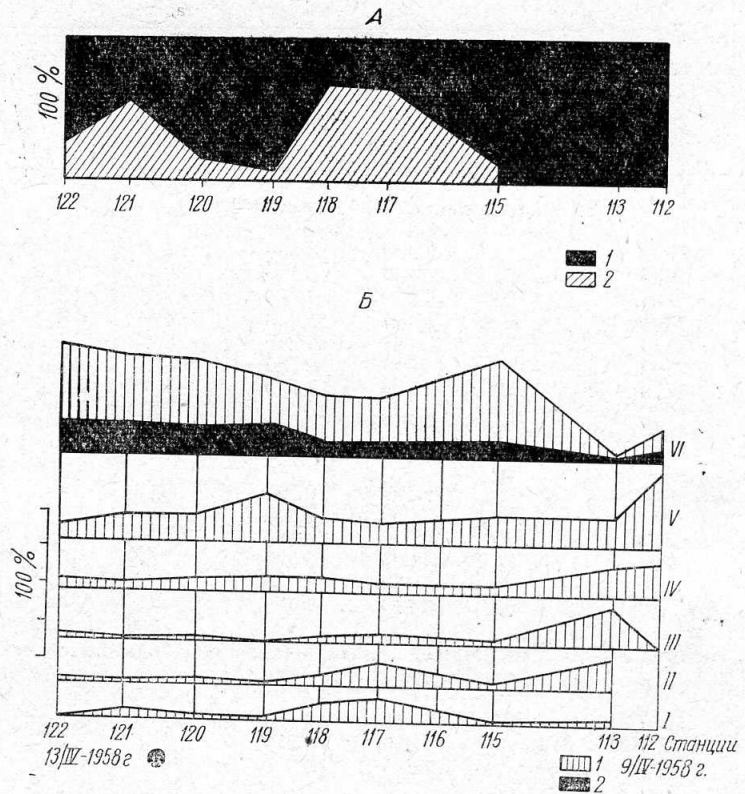


Рис. 5. Состав популяции (А) и соотношение копепоидных стадий (Б) (в %) в слое 500—0 м на станциях 112—122: А 1—I—VI копепоидные стадии; 2—науплиусы. Б 1—I—V—копепоидные стадии и самки; 2—самцы.

Таблица 3
Вертикальное распределение *Calanus finmarchicus* в восточной части обследованного района в марте 1958 г.*

Номер станции	Глубина, м	Количество экземпляров под 1 м ²			
		100—0 м	200—100 м	500—200 м	500—0 м
70	4080	—	—	1150	1150
72	3930	140	110	2330	2580
77	2500	—	—	1610	1610
79	2900	—	—	3970	3970
80	2120	10	70	5470	5550
81	3360	670	**	5110	5780
84	3310	—	—	2740	2740
85	3190	—	—	550	550

* Пробы из этого района обработаны Л. А. Чайновой.

** Нет данных.

Восточнее рассматриваемого района как в субарктической водной массе (станции 77—81), так и на границе ареала *C. finmarchicus*, в зоне Северо-Атлантического течения (станции 70, 72, 84 и 85), во второй половине марта размножения *C. finmarchicus* также не наблюдалось. В это время калянус держался еще преимущественно в слое 500—200 м (табл. 3), где температура воды была 5—6°С, т. е. при тех же температурных условиях, какие были на станциях 119—122 в верхнем 100-метровом слое. Процент самцов и самок в этом районе уже довольно высокий, но яиц и науплиусов еще нет.

Таблица 4

Соотношение возрастных стадий *Calanus finmarchicus* в восточной части обследованного района в марте 1958 г. (в %)

Номер станции	Количество экземпляров под 1 м ²	Возрастные стадии				
		I—III	IV	V	Самцы	Самки
70	1150	—	33,1	51,3	7,8	7,8
72	2580	—	8,5	50,8	19,8	20,9
77	1610	—	11,8	73,3	9,9	5,0
79	3970	—	14,4	73,8	9,8	2,0
80	5550	0,2	11,0	79,4	4,9	4,5
81	5780	0,2	13,7	64,5	13,5	8,1
84	2740	—	9,5	77,7	8,8	4,0
85	550	—	10,9	60,0	10,9	18,2

Весьма возможно, что размножение *C. finmarchicus* в этом районе лимитируется слабым развитием фитопланктона. К сожалению, у нас нет данных по количественному распределению фитопланктона на этих станциях, но по данным А. И. Кузьминой (1962), районы цветения воды в этой части Атлантики были расположены восточнее и севернее рассматриваемых нами станций.

На двух меридианальных разрезах (станции 125—132 и 144—152) можно наблюдать постепенно продвижение биологической весны с юга на север. Разница во времени проведения сборов не может иметь значения, так как каждый разрез был проделан за 7—8 дней.

На всем протяжении V разреза (станции 144—152) наблюдалось интенсивное размножение и развитие *C. finmarchicus*, науплиусы составляли 80—90% состава популяции (рис. 6, А). У восточного склона Большой банки в районе более южной станции (144) размножение началось несколько раньше, чем в более северном районе (станции 145, 146). Младшие копепоидитные стадии на станции 144 составляли 80%, а самки и самцы меньше 10% (рис. 6, Б). На станциях 145 и 146 уменьшается доля молодых копепоидитных стадий и соответственно возрастает доля самок и самцов. Количество яиц на этих станциях приблизительно одинаково (около 1200 экз/м³), но, в то время как на станции 144 приходится на 1 самку 138 яиц, на станции 146 — меньше 7 экз.

На мелководье Большой банки (станции 148—149) размножение в основном уже закончилось. На станции 148 яиц совсем не было обнаружено, I—III копепоидитные стадии составляли 94% всех копепоидитных стадий.

На северном склоне Большой банки (станции 150—153) интенсивность размножения резко убывает с продвижением к северу. На станции 150 наблюдалась максимальная для всего обследованного района численность *C. finmarchicus*: около 70 тыс. науплиусов и свыше 55 тыс.

I—VI копеподитных стадий, причем I—III стадии составляли 45% всех копеподит. На одну самку приходилось 106 яиц. На станции 151 соотношение стадий было примерно таким же, но общая численность несколько меньше. На станции 152 свыше 80% составляли самки и самцы, яиц было относительно немного — 84 экз. на 1 самку. На соседней 153 станции размножение почти еще не начиналось: науплиусы составляли только 40% популяции, а самки и самцы — 35%. I—III копеподитных стадий почти не было; яиц было всего 2 экз. на 1 самку.

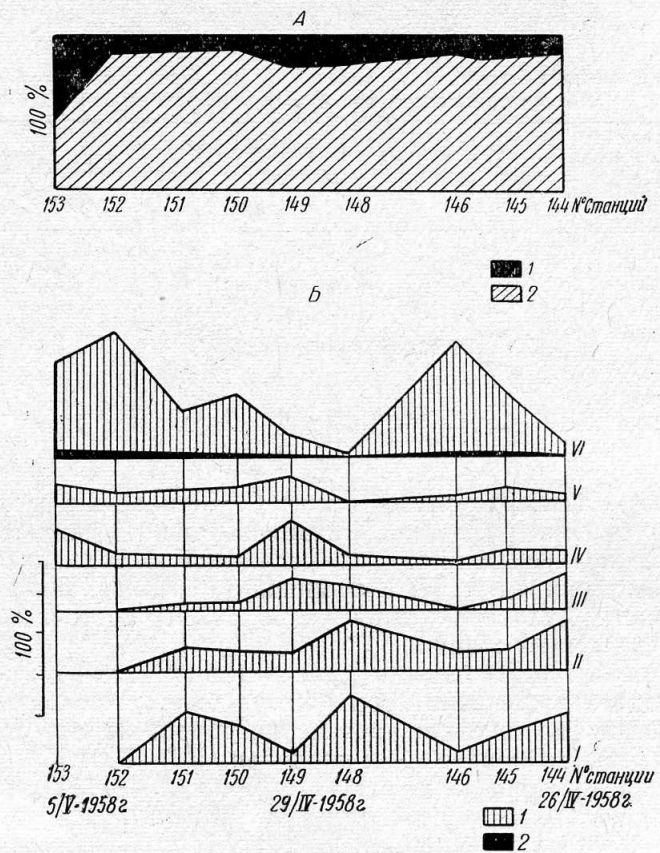


Рис. 6. Состав популяции (А) и соотношение копеподитных стадий (Б) (в %) в слое 500—0 м (или дно — 0 м) на станциях 144—153.

Условные обозначения те же, что на рис. 5.

Все северные станции этого разреза находятся под большим или меньшим влиянием Лабрадорского течения. Несколько меньше это влияние сказывается на мелководье Большой банки (станции 148, 149), где складываются специфические условия. Более подробно условия и сроки размножения *S. finmarchicus* на мелководье будут рассмотрены ниже на материале VII рейса. Более южные станции (144—146) находятся под некоторым влиянием Северо-Атлантического течения, но влияние Лабрадорского течения значительно сильнее.

К востоку от Большой Ньюфаундлендской банки проходил IV разрез (станции 125—137), пересекавший банку Флемиш-Кап. Две станции этого разреза (126 и 132) находились в зоне выхода лабрадорских

вод. Район банки Флемиш-Кап (станции 127—129) так же, как и станция 125, расположен в зоне горизонтальной трансформации, находящейся под большим воздействием Северо-Атлантического течения. Все остальные станции этого разреза были расположены непосредственно в зоне этого течения.

Южнее станции 132 встречались только отдельные экземпляры *C. finmarchicus*, что не дает возможности судить о сроках размножения его в этом районе.

В зоне горизонтальной трансформации и в зоне выхода лабрадорских вод науплиусы составляли 70—90% состава популяции (рис. 7, А).

В районе банки Флемиш-Кап размножение *C. finmarchicus* только что началось. Подавляющее большинство составляли

самки и самцы калянуса (до 83%), яиц было только 130—180 экз/м³ (4—7 экз. на 1 самку).

Банка Флемиш-Кап расположена на одной широте со станцией 149, выполненной на мелководье Большой Ньюфаундлендской банки, где в это время размножение калянуса уже заканчивалось и I—III стадии составляли более 90% всех копепоидитных стадий. На станции 125 состав популяции был таким же, как и в районе банки Флемиш-Кап. Количество яиц было здесь ничтожным (0,4 экз. на самку).

В лабрадорских водах на станции 126 и 132 размножение началось значительно раньше, особенно интенсивно оно шло на станции 126, несмотря на ее значительно более северное положение. На станции 132 I—III стадии составляли около 50% общего количества I—VI копепоидитных стадий, яиц было свыше 1000 экз/м³ (40 экз. на 1 самку). На станции 126 на долю I—III стадий приходилось 60%, а количество яиц на одну самку было наибольшим во всем обследованном районе — 173 экз. (свыше 4000 экз/м³).

Часть разреза южнее банки Флемиш-Кап (станции 130 и 131) лежит собственно за пределами бореальной зоны. Гидрологические условия и состав популяции *C. finmarchicus* в этом районе весьма сходны с таковыми в районе станций 112, 113 III разреза. Калянуса здесь было

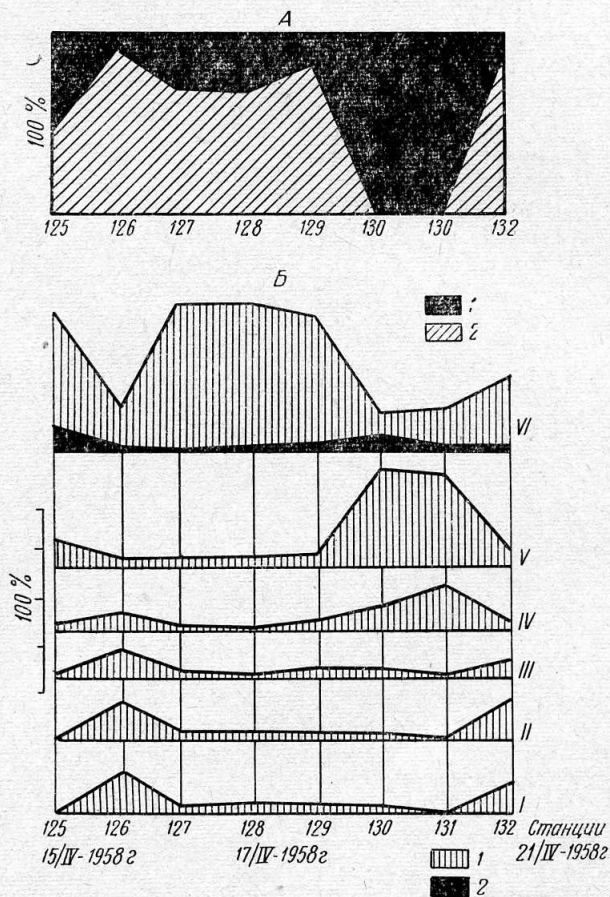


Рис. 7. Состав популяции (А) и соотношение копепоидитных стадий (Б) (в %) в слое 500—0 м на станциях 125—132.

Обозначения те же, что на рис. 5.

очень мало, и он представлен в основном «зимующим фондом». На станции 130 был сделан только тотальный лов в слое 500—0 м, но, судя по гидрологическим данным, весь каланыс сосредоточен, как и на станции 131, в слое 500—200 м.

Интенсивное размножение *C. finmarchicus* идет вслед за интенсивным развитием фитопланктона (рис. 8). При составлении этого графика были использованы данные О. А. Мовчан (1962) о развитии фитопланктона в этот же период. Максимальному развитию фитопланктона, наблюдавшемуся в лабродорских водах, везде сопутствовало наиболее интенсивное размножение *C. finmarchicus*.

Вторая половина марта, когда были собраны пробы в 1960 г. для района Ньюфаундленда, соответствует началу биологической весны. Массовое развитие фитопланктона наблюдалось в районе от Новой Шотландии до Большой Ньюфаундлендской банки, на самой банке и на ее склонах. В южной и юго-западной части обследованной акватории фитопланктон обильно развивался от поверхности до глубины 100, а иногда и до 200 м, и только на банке Флемиш-Кап и ее склонах фитопланктона почти не было. На мелководье Флемиш-Капа приход весны выразился только в массовом размножении офиур, личинки которых буквально заполняли все пробы. Молодых форм других организмов почти не было. На Большой банке и ее склонах в планктоне в большом количестве

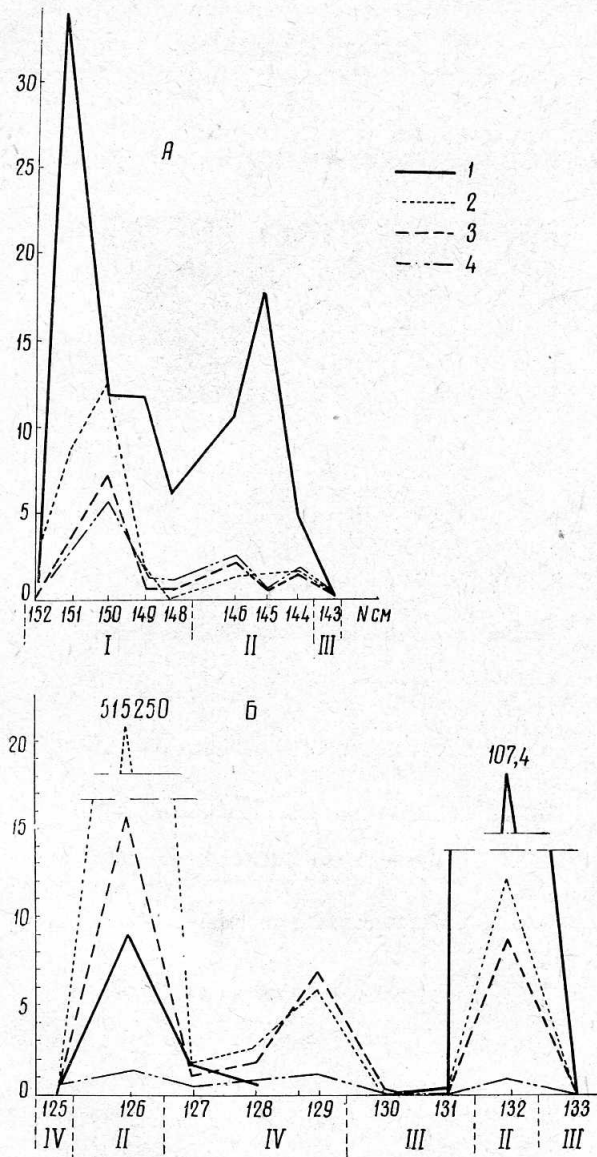


Рис. 8. Развитие фитопланктона и *Calanus finmarchicus* в различных водных массах весной 1958 г.: 1 — количество фитопланктона: а — I деление соответствует 10 млн. клеток в 1 м³; б — I деление соответствует 1 млн. клеток в 1 м³; 2 — а и б — количество яиц *Calanus finmarchicus*: 1 деление соответствует 100 тыс. экз. под 1 м²; 3 — а и б — количество науплиусов *Calanus finmarchicus*: 1 деление соответствует 100 тыс. экз. под 1 м²; 4 — а и б — количество I—VI копепоидных стадий *Calanus finmarchicus* — 1 деление соответствует 10 тыс. экз. под 1 м².

встречались самки копепод с прикрепленными сперматофорами и с яйцевыми мешками, науплиальные и молодые копеподитные стадии, личинки донных животных.

Calanus finmarchicus на большей части акватории был сосредоточен в слое 100—0 м; в слое 200—100 м содержалось не больше 2—3% от его общей численности, а глубже 200 м встречались единичные экземпляры IV и VI копеподитных стадий.

Распределение численности *C. finmarchicus* в марте 1960 г. показано на рис. 9. Наибольшее количество калянуса (500—850 тыс. экз. под 1 м²) было у юго-западного склона Большой банки. Вдоль всего

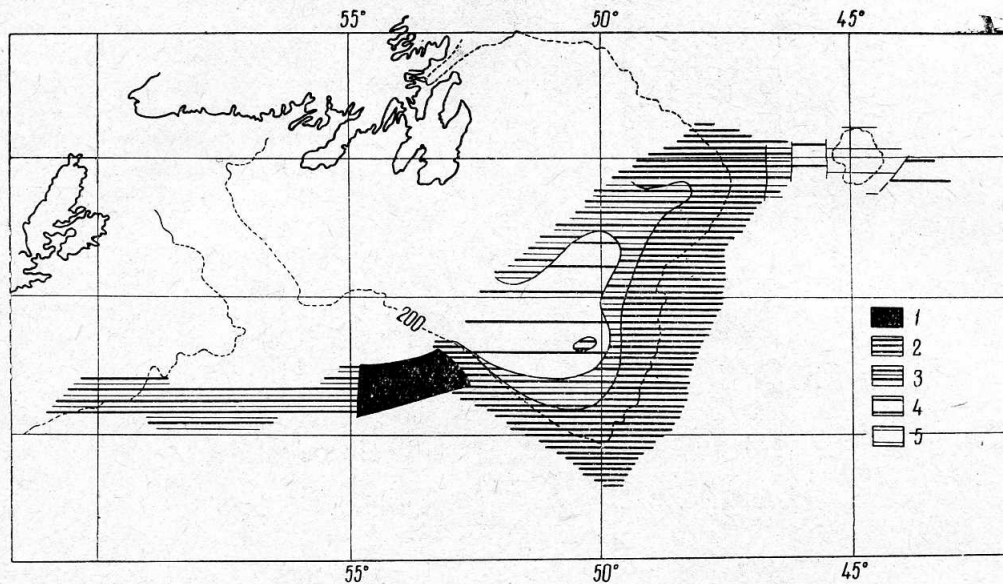


Рис. 9. Распределение *Calanus finmarchicus* весной 1960 г. в тыс. экз. под 1 м²:
1 — больше 500; 2 — 500—100; 3 — 100—50; 4 — 50—10; 5 — 10—1.

восточного и юго-восточного склона Большой банки вплоть до ее южной оконечности численность калянуса была 100—400 тыс. экз. под 1 м². Меньше всего (2,7 тыс. экз. под 1 м²) калянуса было на самом мелководном участке Большой банки (станция 615). Средняя численность калянуса на мелководье Большой банки (9 станций) была 86,7 тыс. экз. под 1 м². На мелководье банки Флемиш-Кап было 4,6 тыс., а на ее склонах — 10—12 тыс. экз. под 1 м².

На всей обследованной акватории, за исключением района банки Флемиш-Кап, размножение *C. finmarchicus* началось до проведения наших сборов. На большинстве станций 80—90% популяции составляли науплиусы (рис. 10, А, 11, 12, А), количество которых достигало иногда 3—4 тыс. экз/м³, а самцы и самки составляли ничтожную долю популяции.

По материалам VII рейса, так же как и по материалам II рейса, видно, что размножение *C. finmarchicus* начинается не одновременно в районах, занятых различными водными массами.

На мелководье Большой банки (станции 599, 600, 613, 615, 619) размножение калянуса в основном уже закончилось: популяция состоит из I—III копеподитных стадий. На самом мелководном участке (станции 613 и 615) размножение, очевидно, началось раньше, чем на остальных участках: I стадий было уже очень мало и в значительном

количестве появилась IV стадия. На станции 615 совсем не было яиц и науплиусов. На станции 613 яиц было очень мало (7 экз/м³), а науплиусов было почти в 50 раз больше.

На разрезах, пересекавших восточный склон Большой банки (станции 600—607 и 609—613), также видно значительное количество молодых стадий на мелководье (станции 613 и 600) и преобладание взрослых

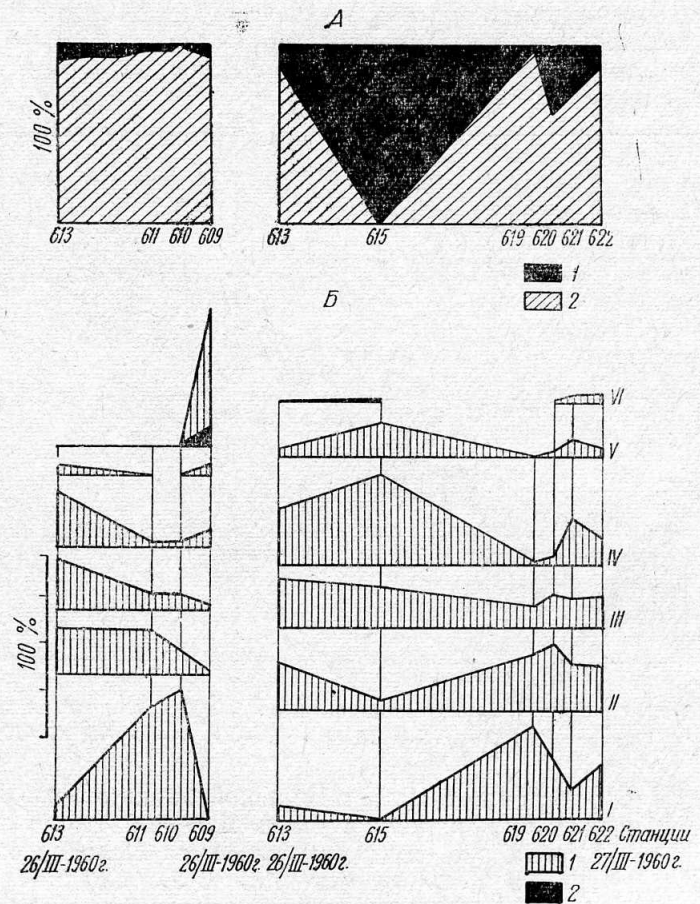


Рис. 10. Состав популяции (А) и соотношение копепоидитных стадий (Б) (в %) в слое 500—0 м (или дно—0 м) на станциях 609—622.

Обозначения те же, что на рис. 5.

форм на склоне и вблизи склона над большими глубинами (см. рис. 10 и 11). Наибольшее количество яиц (1,5—4,5 тыс. экз/м³) было на склоне Большой банки за исключением самой южной части склона, где размножение, видимо началось несколько раньше, чем на восточном склоне. Из яиц здесь появились науплиусы, в массе развились не только I, но также и II и III копепоидитные стадии (см. рис. 10 станции 613—622). На разрезе от Новой Шотландии до юго-западного склона Большой банки (станции 566—571) 60—90% всех копепоидитных стадий приходилось на I—III стадии (см. рис. 12, Б). В слое 100—0 м содержалось 1—3 тыс. экз/м³ яиц калянуса, науплиусов было в 1,5—2 раза больше.

Состав популяции *C. finmarchicus* свидетельствует, что размножение его в этом районе началось приблизительно в конце февраля и продолжалось во время проведения наших сборов (17—18 марта).

Наиболее резко разновременность наступления биологической весны, а следовательно, и других сезонов выражена на широтном раз-

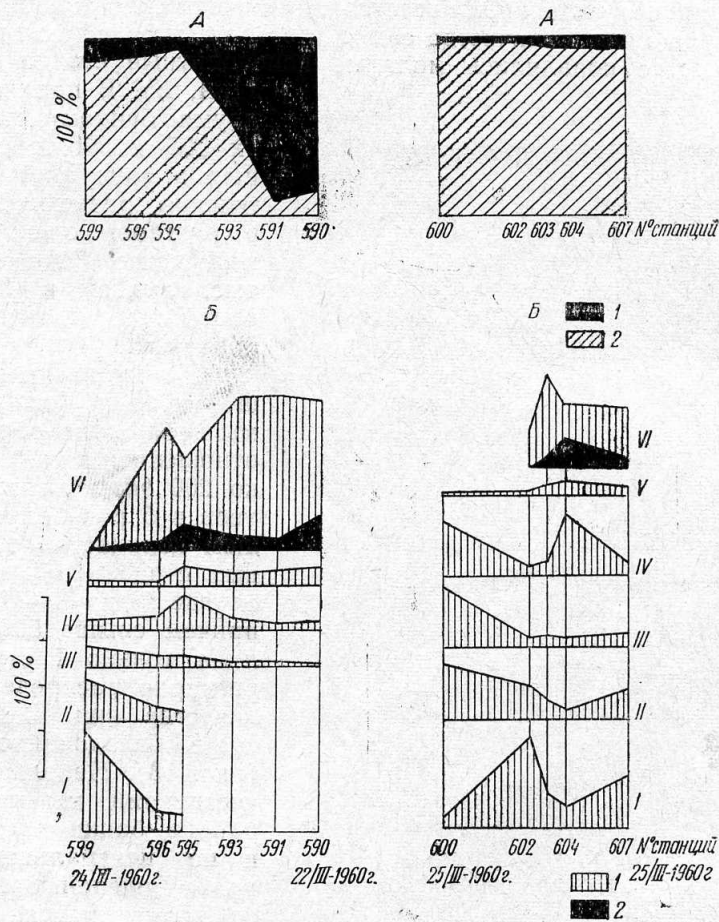


Рис. 11. Состав популяции (А) и соотношение копепоидитных стадий (Б) (в %) в слое 500—0 м (или дно—0 м) на станциях 590—607.

Обозначения те же, что на рис. 5.

зе, пересекавшем мелководье Большой Ньюфаундлендской банки и банку Флемиш-Кап. Разрез начинался в зоне горизонтальной трансформации (станция 590); в районе, находящемся под большим влиянием Северо-Атлантического течения, затем на склоне Большой банки пересекал зону Лабрадорского течения и заканчивался на мелководье Большой банки (станция 599), занятом собственно водами банок. Сбор материала на этом разрезе был проведен за 3 дня (срок слишком малый, чтобы он мог сказаться на составе популяции калануса). В центре банки Флемиш-Кап и на ее склонах (станции 590—593) в марте 1960 г., так же как и в середине апреля 1958 г., размножение *C. finmarchicus* только еще начиналось: до 85% общего количества копепоидитных стадий составляли самки и самцы, остальное

приходилось на IV и V стадии, III стадий было не больше 2,4%, I и II стадий не было. Яиц калянуса было очень мало — 20—60 экз/м³, науплиусы или отсутствовали, или их было в 4—7 раз меньше, чем яиц.

С продвижением в сторону мелководья Большой Ньюфаундлендской банки состав популяции *S. finmarchicus* существенно менялся: значительно сокращалось количество самок и самцов, постепенно все в большем количестве появлялись молодые копеподитные стадии (см. рис.

11, А, Б). В проливе между двумя банками на станциях 595 и 596, расположенных в зоне Лабрадорского течения, размножение было в разгаре: очень большое количество яиц (2,4—3,5 тыс. экз/м³) в 3—4 раза превышало количество науплиусов.

На мелководье Большой банки (станция 599) мы наблюдали обратное соотношение: яиц было только 200 экз/м³, зато науплиусов в 5 раз больше. В общем количестве копеподитных стадий 91% приходился здесь на I—III стадии, причем свыше 50% составляла только I стадия. Характерно распределение количества яиц *S. finmarchicus* в обследованном районе (рис. 13). Небольшое количество яиц мы находим в районе банки Флемиш-Кап и на центральном мелководье Большой банки. Но, в то время как на Большой банке этому сопутствует в несколько раз большее количество науплиусов и преобладание молодых копеподитных стадий, то на Флемиш-Капе, как было показано выше, преобладают самцы и самки. Поэтому можно считать, что на Большой банке яиц уже

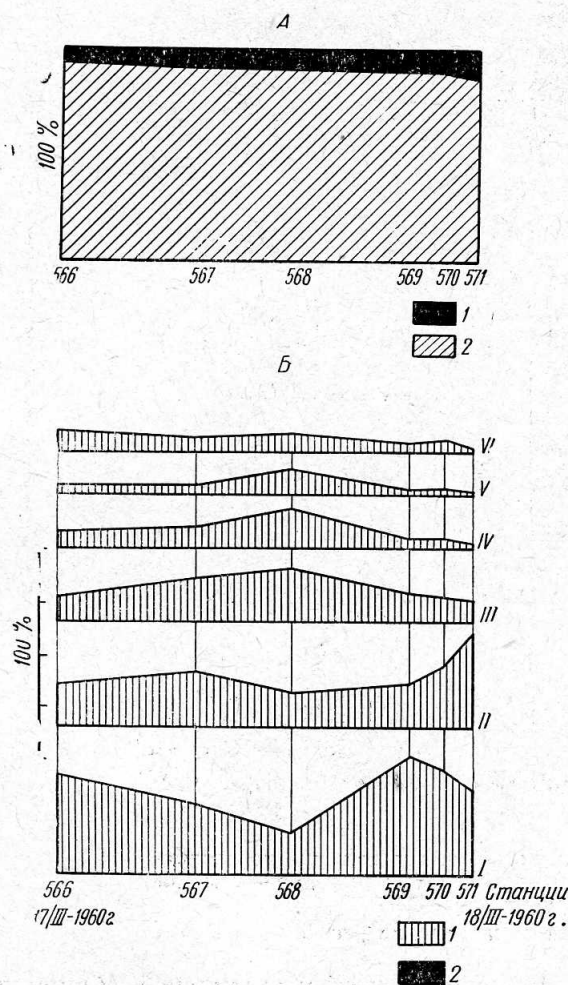


Рис. 12. Состав популяции (А) и соотношение копеподитных стадий (Б) (в %) в слое 500—0 м на станциях 566—571. Обозначения те же, что на рис. 5.

нет, в то время как на Флемиш-Капе их еще нет.

Такое же запаздывание размножения *S. finmarchicus* на банке Флемиш-Кап по сравнению с окружающими ее районами наблюдали и весной 1958 г. К сожалению, в 1958 и 1960 гг. разрезы проходили в разных направлениях, что затрудняет сопоставление материалов. Однако для сопоставления можно использовать две повторяющиеся станции: 128 и 591 на мелководье Флемиш-Капа и 148 и 599 на мелководье

Большой банки, а также станции, расположенные вблизи них. Состав популяции, количество яиц и соотношение возрастных стадий в этих районах в оба года (см. рис. 6, 7, 11) очень близки и дают нам основание считать, что размножение *C. finmarchicus* на мелководье Большой банки начинается несколько раньше, чем на ее северных и восточных склонах, и значительно раньше, чем в районе банки Флемиш-Кап.

В своей работе о сезонных явлениях в планктоне района Ньюфаундленда Т. Н. Семенова (1964) указывает, что размножение *C. fin-*

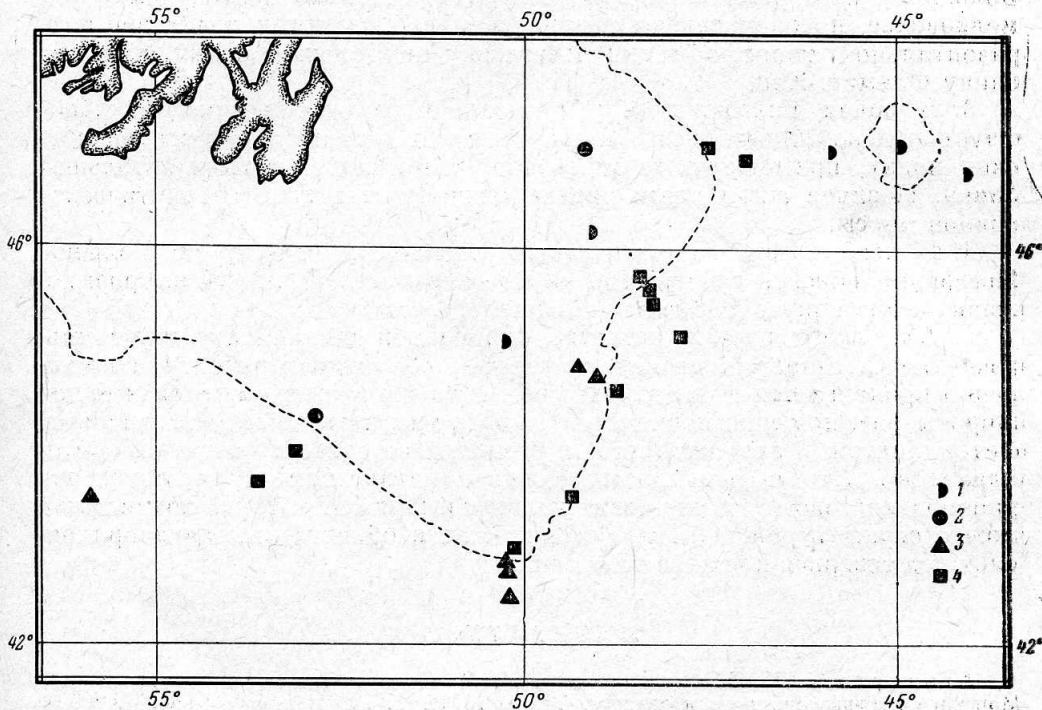


Рис. 13. Распределение количества яиц *Calanus finmarchicus* в слое 100—0 м в марте 1960 г. (в экз/м³):
1 — меньше 100; 2 — 100—200; 3 — 500—1000; 4 — больше 1000.

finmarchicus начинается ранее всего (в начале марта) в районе смешанных вод флемиш-капского мелководья, а на Ньюфаундлендской банке размножение происходит во второй половине марта и позже. Нам представляется, что возрастная структура популяции *C. finmarchicus*, приведенная Семеновой не соответствует сделанным выводам, а, наоборот, подтверждает наше мнение. Судя по графикам Семеновой, на Большой Ньюфаундлендской банке в конце марта присутствовали в значительном количестве I—III копеподитные стадии, тогда как на Флемиш-Капе в середине марта популяция почти полностью состояла из V и VI стадий. Кроме того, количество яиц в районе Флемиш-Капа было значительно меньше, чем на Большой банке, а науплиусы, на Флемиш-Капе отсутствовали. К сожалению, на картах станций, приведенных в работе Семеновой, отсутствуют номера станций, поэтому трудно связать расположение разрезов на карте с расположением станций на соответствующих графиках.

Выводы

1. Состав популяции, количество яиц и соотношение возрастных стадий *Calanus finmarchicus* (Gunner) в различных районах обследованной акватории дает основание считать, что на мелководье Большой Ньюфаундлендской банки обитает местная, относительно малочисленная популяция *Calanus finmarchicus*, размножение которой начинается на 2—4 недели раньше, чем на банке Флемиш-Кап.

2. В зоне лабрадорских вод на северном и восточном склонах Большой банки размножение начинается несколько позже, чем на мелководье, но значительно раньше, чем в смешанных водах зоны горизонтальной трансформации к востоку от Большой банки, включая банку Флемиш-Кап.

3. В водах Гольфстрима у юго-западного склона Большой Ньюфаундлендской банки размножение начинается раньше, чем в лабрадорских водах, примерно в те же сроки, что и на мелководье Большой банки. Позднее всего размножение начинается в зоне субарктической водной массы.

4. В зоне Северо-Атлантического течения, к востоку от Большой Ньюфаундлендской банки, т. е. на юге ареала *C. finmarchicus*, размножение его в апреле 1958 г. не наблюдалось.

5. Для всего ареала остается правильной общая закономерность: развитие *C. finmarchicus* начинается в более южных районах и постепенно продвигается в более северные. В то же время, в пределах одной широты размножение начинается раньше там, где обильно развивается фитопланктон, и задерживается в областях со слабым развитием фитопланктона. Это обстоятельство создает пятнистость районов массового размножения калянуса. Примером такой пятнистости может служить район банки Флемиш-Кап и области выхода лабрадорских вод севернее и южнее этой банки.

ЛИТЕРАТУРА

Агеноров В. К., Марцинкевич Л. М. Седьмая атлантическая экспедиция Морского гидрофизического института. Труды МГИ. Т. 29. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1964.

Адров М. М. Гидрологический очерк Ньюфаундлендского промыслового района. Научно-технический бюллетень ПИНРО № 4, Мурманск, 1957.

Адров М. М. Гидрологический режим в южной части района Большой Ньюфаундлендской банки. Научно-технический бюллетень ПИНРО № 5 (1), Мурманск, 1958.

Богданов Д. В. Некоторые особенности гидрологических условий пролива Дэвиса, Лабрадорского бассейна и района Ньюфаундлендских банок. Труды ГОИН. Вып. 37, М., 1959.

Владимирская Е. В. Распределение и сезонные изменения зоопланктона в районе Ньюфаундленда. Труды ВНИРО. Т. 46, М., 1962.

Владимирская Е. В. Предварительные результаты исследования планктона в VII рейсе НИС «Михаил Ломоносов». Труды МГИ АН СССР. Т. 29. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1964.

Владимирская Е. В. Количественное распределение и сезонная динамика зоопланктона в районе Ньюфаундленда. Океанологические исследования № 13. Изд-во «Наука», М., 1965.

Владимирская Е. В. Распределение зоопланктона в районе Ньюфаундленда ранней осенью в связи с гидрологическим режимом. Труды ВНИРО. Т. 57, М., 1965.

Елизаров А. А. Гидрологические условия в районе Ньюфаундлендских банок в 1957—1958 гг. Научно-технический бюллетень ПИНРО № 1 (9), Мурманск, 1959.

Елизаров А. А. О вертикальной устойчивости водных слоев в промысловых районах Ньюфаундлендских банок. Сб. «Советские рыбохозяйственные исследования в северо-западной части Атлантического океана. М., изд-во «Рыбное хозяйство», 1962.

Елизаров А. А. и Зотов Л. А. Колебания температуры воды Лабрадорского течения в районе Большой Ньюфаундлендской банки. Сб. «Советские рыбохозяй-

ственные исследования в морях Европейского Севера». М., изд-во «Рыбное хозяйство», 1960.

Елизаров А. А. и Прохоров В. С. Гидрологические условия и промысел на банке Флемиш-Кап в марте и мае 1958 г. Научно-технический бюллетень ПИПРО, № 7 (3), Мурманск, 1958.

Зайцев Г. Н. Ньюфаундлендская банка. Труды ВНИРО, М., 1959.

Зубин А. Б. Гидрологические условия в районе Большой Ньюфаундлендской банки в марте 1960 г. Материалы рыбохозяйственного исследования Северного бассейна. Вып. II, Мурманск, 1964.

Канаева И. П. Распределение планктона в Атлантическом океане по тридцатому меридиану в апреле—мае 1959 г. Сб. «Советские рыбохозяйственные исследования в морях Европейского Севера». Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», М., 1960.

Канаева И. П. Первые итоги советских планктологических исследований по программе МГГ и МГС в Атлантическом океане. Труды ВНИРО. Т. 46, М., 1962.

Канаева И. П. Некоторые особенности распределения планктона в Атлантическом океане. Океанология. Т. 3. Вып. 6, М., 1963.

Кузьмина А. И. Некоторые данные о весеннем фитопланктоне северной Атлантики. Доклады АН СССР. Т. 144, № 5, 1962.

Кусморская А. П. Зоопланктон фронтальной зоны Атлантики весной 1958 г. Сб. «Советские рыбохозяйственные исследования в морях Европейского Севера». Изд-во «Рыбное хозяйство», М., 1960.

Кусморская А. П., Канаева И. П., Владимирская Е. В. Советские исследования по распределению планктона в Атлантическом океане в 1958—1960 гг. Доклады на 49 Сессии МСИМ, М., 1960.

Мамаев О. И. О водных массах Северной Атлантики и их взаимодействии. Труды МГИ. Т. 19, М., 1960.

Мовчан О. А. Весенний фитопланктон западной части Северной Атлантики. Труды ВНИРО. Т. 46, М., 1962.

Результаты гидрофизических наблюдений в северной части Атлантического океана на НИС «Михаил Ломоносов» в 1957—1958 гг. Труды МГИ Т. XXI. Изд-во АН СССР, М., 1962.

Яшнов В. А. Вертикальное распределение массы зоопланктона тропической области Атлантического океана. Доклады АН СССР. Т. 136, № 3, 1961.

Яшнов В. А. Планктон тропической области Атлантического океана. Труды МГИ. Т. 25, М., 1962.

A. P. Kusmorskaya. Distribution of plancton in the North Atlantic in spring 1958. Int. Oceanogr. Cong. Preprints. Washington, 1959.

A. P. Kusmorskaya. Zooplankton of the frontal zone of the North Atlantic in spring 1958. ICNAF. — 732. Doc. Nr. 14. 1960.

A. P. Kusmorskaya. Distribution of plancton in the North Atlantic in spring and autumn 1958. Rapp. Proc. Verb. Vol. 149. Cons. Inter. Explor de la mer. 1961.

S. M. Marshall & A. P. Orr. The biology of a marine copepod *Calanus finmarchicus* (Gunnerus). London. 1955.