

591.524.12(268.3)

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ВОДНЫХ МАССАХ
НОРВЕЖСКОГО МОРЯ ВЕСНОЙ И ОСЕНЬЮ 1959 года**

А. Ф. Тимохина

Гидробиологические работы в Норвежском море по программе МГС были проведены сотрудниками Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО) на экспедиционном судне «Севастополь» с 25 апреля по 10 июня и с 25 октября по 30 декабря 1959 г.

На 344 станциях было собрано 1150 проб зоопланктона замыкающей сетью Джудея (диаметр входного отверстия 36 см, газ № 38) по горизонтам 200—100, 100—50, 50—25, 25—0 м, и на ряде станций — 500—200 м. Фитопланктон собирали батометрами Нансена (1 л) с горизонтов 0, 10, 25, 50, 100 м*. Все пробы зоопланктона обработаны количественным методом, согласно инструкции, принятой ВНИРО (Яшнов, 1934), научными сотрудниками ПИНРО С. А. Милейковским и автором. Биомасса планктонных организмов вычислялась по таблицам стандартных весов, составленным В. Г. Богоровым (1934) и И. П. Канаевой (1962).

Задача настоящей работы — показать особенности развития планктона в различных водных массах Норвежского моря весной и осенью 1959 г. В связи с этим мы рассматривали качественную и количественную характеристику планктона, сезонные изменения его состава, численность и биомассу в водах различного происхождения. Подробный анализ распределения планктона мы проводили по материалам разреза по 67°30' с. ш. Этот разрез по своему географическому положению представляет большой интерес, так как пересекает все водные массы Норвежского моря и в значительной степени отражает общую картину состояния планктона по всему морю.

При определении границ водных масс мы пользовались схемой постоянных течений, составленной Б. В. Истошиным и А. П. Алексеевым (1956) и гидрологическими данными наших рейсов.

* Данные о качественном и количественном распределении фитопланктона, полученные осадочным методом, опубликованы Л. А. Виноградовой (Л). 1962. Развитию планктона в Норвежском море в летний сезон 1959 г. посвящены также работы Л. Н. Грузова (1962), Лие (1961) и др.

СОСТАВ ПЛАНКТОНА

По особенностям гидрологического режима, а также по составу и количественному распределению планктона в Норвежском море можно различить 4 зоны: прибрежные воды, теплые атлантические воды Норвежского течения, смешанные воды и холодные воды Восточно-Исландского течения.

Весна

Прибрежные воды — воды, омывающие континентальный склон Западной Норвегии с соленостью меньше 35‰. В мае у поверхности в северной части района наблюдалась температура 6°, а в южной — 9°.

М а й

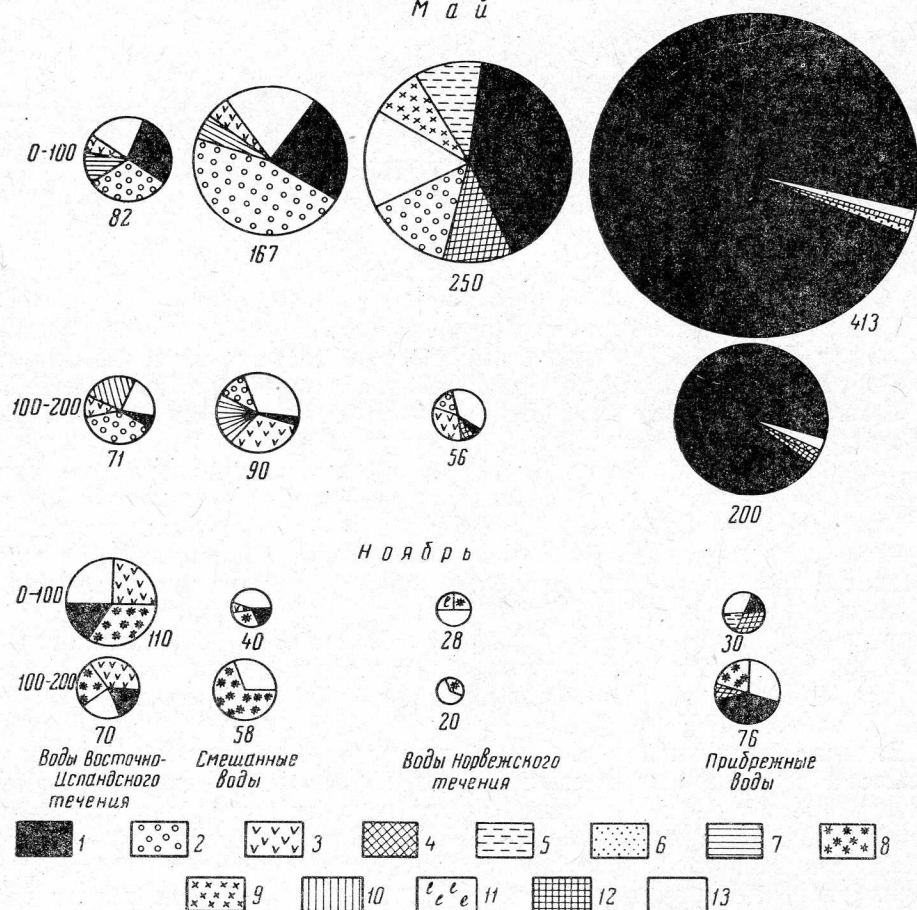


Рис. 1. Распределение биомассы планктона (mg/m^3) в различных водных массах Норвежского моря в мае и ноябре 1959 г. (по разрезу 67°30' с. ш.):

1—*Calanus finmarchicus*; 2—*Calanus hyperboreus*; 3—*Metridia longa*; 4—*Metridia lucens*; 5—*Pseudocalanus elongatus*; 6—*Acartia clausi*; 7—*Euphausiacea* juv.; 8—*Euphausiacea* ad.; 9—*Themisto abyssorum*; 10—*Eukrohnia hamata*; 11—*Limacina retroversa*; 12—*Collozoum* sp.; 13 — прочие организмы.

Малые глубины, хорошая циркуляция, ранний прогрев и принос биогенных веществ речным стоком создают благоприятные условия для раннего и бурного развития в прибрежных водах фито-, а затем зоопланктона. В мае и по данным Ли (Lie, 1961) в июне 1959 г. здесь была отмечена наибольшая величина биомассы планктона. Основная часть его держалась в верхней 100-метровой толще воды (рис. 1), за исклю-

Таблица 1

Распределение зоопланктона в различных водных массах Норвежского моря в мае 1959 г.
(на разрезе по 67°30' с.ш.), экз/м³

Вид	Воды Восточно-Исландского течения (12—8° з. д.)		Смешанные воды (8—5° з. д.)		Норвежское течение (1° з. д.—8°40' в. д.)		Прибрежные воды (8°40'—12° в. д.)	
	горизонт, м		горизонт, м		горизонт, м		горизонт, м	
	100—0	200—100	100—0	200—100	100—0	200—100	100—0	200—100

Ракообразные

<i>Calanus hyperboreus</i>	5	5	10	2	6	0,6	0,6	1
<i>Calanus finmarchicus</i>	56	13	48	9	218	1,7	1249	478
<i>Rhincalanus nasutus</i>	—	—	—	—	0,006	—	—	—
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	37	17	16	15	295	7	22	6
<i>Microcalanus pusillus</i>	0,4	14	1	30	2	43	305	223
<i>Aetideus armatus</i>	—	—	—	—	—	0,07	—	—
<i>Gaidius tenuispinus</i>	—	—	—	0,05	—	—	—	—
<i>Pareuchaeta norvegica</i>	0,02	0,1	—	0,6	1	0,7	—	0,2
<i>Pareuchaeta glacialis</i>	—	—	—	—	—	0,01	—	—
<i>Scolecithricella minor</i>	—	—	—	—	—	0,2	—	1
<i>Temora longicornis</i>	—	—	—	—	—	—	3	—
<i>Metridia longa</i>	6	16	8	30	7	10,6	0,1	0,4
<i>Metridia lucens</i>	—	—	0,1	0,1	1	1	4	15
<i>Pleuromamma robusta</i>	—	—	—	—	0,02	—	—	—
<i>Heterorhabdus norvegicus</i>	—	—	—	—	—	0,01	—	—
<i>Anomalocera patersoni</i>	—	—	—	—	—	—	0,03	—
<i>Acartia clausi</i>	—	—	—	—	—	—	63	1
<i>Oithona atlantica</i>	0,2	0,5	4	6	13	21	7	4
<i>Oithona similis</i>	475	55	377	77	485	58	180	10
<i>Oncaea borealis</i>	20	149	8	205	344	43	3	1,5
<i>Halithalestris croni</i>	—	—	—	—	—	0,06	—	—
<i>Microsetella norvegica</i>	0,02	—	—	—	4	0,1	—	—
<i>Ova C. finmarchicus</i>	72	9	381	101	485	44	7	1
<i>Nauplii C. finmarchicus</i>	126	18	714	109	827	36	58	1
<i>Ova Metridia sp.</i>	—	—	—	—	—	7	—	—
<i>Nauplii Metridia sp.</i>	—	—	—	—	—	0,5	—	—
<i>Nauplii Oithona sp.</i>	15	0,4	23	7	—	—	2	—
<i>Isopoda sp. sp.</i>	—	—	—	—	—	0,02	—	—
<i>Themisto abyssorum</i>	0,6	0,3	1	0,2	4,1	0,3	—	—
<i>Thysanoessa longicaudata</i>	0,02	—	—	0,2	0,1	0,1	—	—
<i>Larvae Euphausiacea</i>	—	—	—	—	0,2	0,04	13	0,3
<i>Nauplii Euphausiacea</i>	—	—	—	—	1	—	1	—
<i>Ova Euphausiacea</i>	—	—	—	—	0,6	—	2	—

Продолжение табл. 1

Вид	Воды Восточно-Исландского течения (12—8° з. д.)		Смешанные воды (8—5° з. д.)		Норвежское течение (1° з. д.—8°40' в. д.)		Прибрежные воды (8°40'—12° в. д.)	
	горизонт, м		горизонт, м		горизонт, м		горизонт, м	
	100—0	200—100	100—0	200—100	100—0	200—100	100—0	200—100

Прочие формы зоопланктона

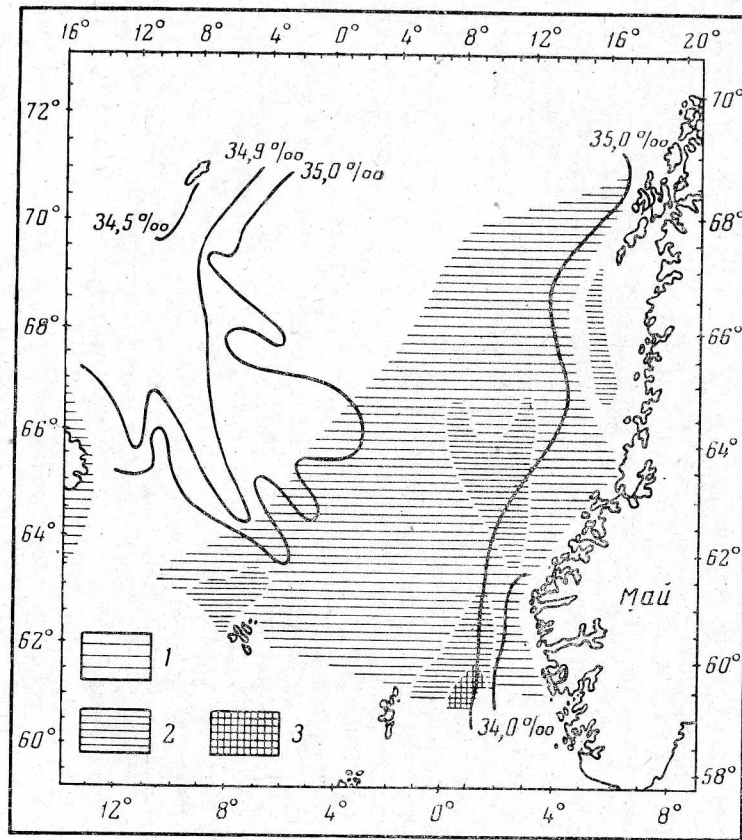
<i>Clione limacina</i>	—	—	—	—	0,006	—	—	—
<i>Limacina retroversa</i>	—	—	0,2	0,1	3	0,06	0,03	—
<i>Sagitta elegans</i>	0,2	—	0,1	—	0,5	0,04	—	—
<i>Eukrohnia hamata</i>	1	1,5	1,5	2	0,7	0,3	—	—
<i>Oikopleura</i> sp.sp.	0,02	—	—	—	7,4	0,5	—	—
<i>Globigerina</i> sp.sp.	63	5	—	5	3	5	—	—
<i>Collozoum</i> sp.	—	—	5	—	15	6	—	4
<i>Aglantha digitale</i>	—	0,2	0,5	1	0,4	0,4	—	—
<i>Dimophyes arctica</i>	—	—	—	—	0,1	0,9	—	—
<i>Tomopteris</i> sp.	—	—	—	—	0,06	0,01	—	—
<i>Conchoecia borealis</i>	0,2	1,2	0,2	1	0,1	0,2	—	—
<i>Conchoecia elegans</i>	—	—	0,1	3,5	0,3	1,2	—	—
<i>Conchoecia</i> sp. juv.	—	—	—	—	2,4	2	—	—

Личинки донных животных

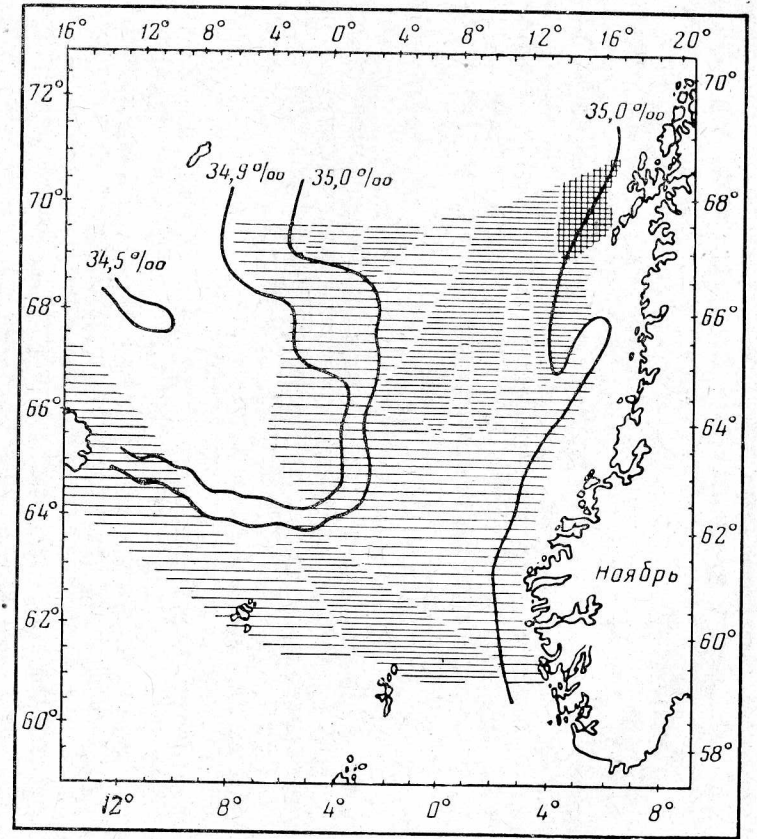
Larvae Polychaeta	—	—	—	—	0,02	0,06	—	—
Nauplii Cirripedia	—	—	—	—	0,3	—	0,03	—
Larvae Decapoda	—	—	—	—	—	—	2	—
Gastropoda juv.	—	—	—	—	5,3	0,1	1	1
Larvae Echinodermata	—	—	—	—	3	0,06	8,6	—
Lamellibranchiata juv.	—	—	—	—	—	—	2	—
Общее количество экз.	877,7	305,2	1600	605	2735,3	292,3	1933,4	747,4
Биомасса (мг/м ³)	82,2	71	167,8	89,45	249,09	56,8	413,1	200

чением нескольких прибрежных станций, где наблюдалась довольно большая концентрация *Calanus finmarchicus* в слое воды 200—100 м. Основными компонентами зоопланктона были *C. finmarchicus* и *Oithona similis*, которые составляли 72% от общей численности зоопланктеров (табл. 1). Однако доминирующим по весу был *C. finmarchicus* (152 мг/м³), составлявший 90% биомассы всего зоопланктона. Некоторую роль в планктоне играли также *Microcalanus pusillus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus**, *Temora longicornis*, *Metridia lucens* науплиусы и личинки эвфаузиевых. Наибольшие скопления *Metridia lucens* в мае и июне наблюдались в мелководном районе между Норвегией и Шетландскими о-вами (рис. 2). Виборг (Wiborg, 1955) отмечал аналогичное распределение этой формы летом 1950 г. Он считает, что большая концентрация *Metridia lucens* восточнее Шетландии связана с развитием здесь местной популяции. Несмотря на то, что *M. lucens* может быть принесена в Норвежское море Атлантическим течением, большое количество ее наблюдается там, где атлантические воды в большей или меньшей степени смешаны с прибрежными

* *Paracalanus parvus* был отмечен только в водах Фареро-Шетландского района.



а



б

Рис. 2. Распределение *Metridia lucens* в мае (а) и ноябре (б) 1959 г. в слое 0—100 м, в экз/м³. На рисунке изображены поверхностные изогалины: 1 — 0,1—10, 2 — 10—100, 3 — 50—100 (в ноябре) и >100 (в мае).

водами. Из форм, незначительных по своей биомассе, но постоянно присутствующих в весеннем планктоне, следует отметить следующих зоопланктеров: науплиусов Cirripedia, личинок Decapoda, Echinodermata, Gastropoda и других донных животных. Общая численность зоопланктеров в слое воды 100—0 м составляла 1650 экз/м³, а биомасса — около 250 мг/м³.

Теплые атлантические воды соленостью выше 35‰ вливаются в Норвежское море через Фареро-Шетландский пролив и, следуя на север, образуют главную массу Норвежского течения. Атлантические воды, хотя и в меньшем количестве, проникают также между Исландией и Фарерскими о-вами. В мае температура воды у поверхности в южной части Норвежского течения была 7—8°. По направлению к северу и северо-западу наблюдалось постепенное понижение температуры до 3° в водах северо-западного ответвления. Весной в водах Норвежского течения было отмечено массовое развитие диатомовых водорослей. Этот период характеризовался следующим комплексом планктонных организмов: по численности доминировали *Oithona similis* (800 экз/м³), *Oncaea borealis* (500 экз/м³), *C. finmarchicus* (260 экз/м³), *Pseudocalanus elongatus* (170 экз/м³), они составляли почти 50% количества всех зоопланктеров. Все эти организмы, за исключением *Calanus finmarchicus*, давали очень незначительную биомассу, не более 15 мг/м³. Биомасса всего зоопланктона в слое 100—0 м была 210 мг/м³ (в основном за счет *Calanus finmarchicus*). Биомасса крупного холодноводного рачка *Calanus hyperboreus* составляла 50 мг/м³, значительная концентрация его отмечена на северо-востоке от Фарерских о-вов. Необходимо отметить исключительную бедность планктона в Фареро-Исландском районе, где общая биомасса сестона не превышала 50 мг/м³. По данным А. П. Сушкиной (1962), в июле—августе 1959 г. в этих водах также наблюдалась низкая биомасса сестона. Это явление объясняется чрезвычайной сложностью гидрологических условий в Фареро-Исландском районе. Активное перемешивание и переслаивание северных и южных вод способствует взмучиванию неорганического детрита и ухудшает этим условия освещения, что в свою очередь отрицательно действует на массовое развитие фито- и зоопланктона.

Постоянными компонентами планктона в атлантических водах, кроме указанных выше организмов, были также *Microcalanus pusillus*, *Oithona atlantica*, бореальные *Limacina retroversa* и *Collozoum* sp. В теплых водах Норвежского течения планктон отличался наибольшим качественным разнообразием (рис. 3)*.

Кроме массовых, широко распространенных бореальных и холодноводных форм, отмечено довольно много теплолюбивых организмов, которые постоянно приносятся Атлантическим течением. В мае некоторые из этих организмов (*Eucalanus elongatus*, *Spinocalanus brivicaudatus*) были найдены только в южной части Норвежского моря, другие (*Candacia armata*, *Rhincalanus nasutus*, *Pleuromamma robusta* и др.) были отмечены также на северном разрезе по 69°20' с. ш.

Воды, формирующиеся при смешивании атлантических и вод Восточно-Исландского течения, ограничены изогалинами 34,9‰ и 35‰. В мае температура воды у поверхности была 5—4° у юго-западной границы и 4—2° у восточной границы Восточно-Исландского течения. Интенсивное перемешивание холодных вод Восточно-Исландского течения и теплых вод Норвежского течения создает благоприятные

* Количество теплолюбивых форм, обнаруженных в Норвежском течении, значительно больше, чем указано на рис. 3, так как некоторые виды зоопланктона были найдены только в южной части Норвежского моря (до 65°45' с. ш.).

условия для бурного развития фитопланктона (Виноградова, 1962) и мелких копепоид *Oncaea borealis* (рис. 4), *Oithona similis* и *Pseudocalanus elongatus*, которые составляли 94% от количества всех зоопланктеров. Однако эти мелкие организмы представляли незначительную долю в биомассе этого зоопланктона (не более 15%). Хансен (Hansen, 1960) и Виборг (1955) указывают на сходство в распределении этих трех зоопланктеров, хотя *Oithona similis* имеет более широкое распространение, и отмечают, что наибольшей концентрации эти виды достигают на границе между холодными и умеренными водами. Несмотря на то, что доминирующие мелкие копепоиды давали в смешанных водах высокую численность (3300 экз/м³), биомасса не превышала 200 мг/м³.

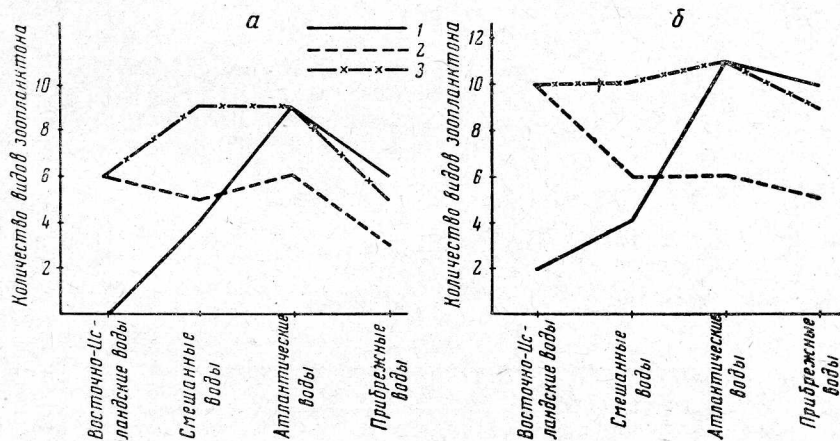


Рис. 3. Распределение зоопланктонных форм в различных водных массах в 1959 г. (на разрезе по 67°30' с. ш.) в мае (а) и ноябре (б): 1 — тепловодные, 2 — холодноводные, 3 — бореальные.

Наибольшую биомассу весной имели крупные холодноводные организмы: *Calanus hyperboreus*, *Metridia longa* и *Eukrohnia hamata*, а также преднерестовый фонд *Calanus finmarchicus*.

Холодные воды Восточно-Исландского течения вливаются в Норвежское море в районе между Исландией и о-вом Ян-Майен и, двигаясь в юго-восточном направлении, образуют язык холодных и опресненных вод соленостью меньше 34,9‰. В мае температура воды на поверхности у южной и юго-восточной границы течения была 5°, постепенно понижаясь в северо-западном направлении. В центральной части течения в районе между Исландией и о-вом Ян-Майен была отрицательная температура минус 1°.

В мае в водах Восточно-Исландского течения наблюдалось интенсивное «цветение» воды, которое было вызвано массовым развитием водоросли *Phaeocystis Pouchetii* (Виноградова, 1962; Тимохина, 1950). Зоопланктон был представлен очень незначительным количеством видов. Из 46 видов зоопланктона, обнаруженных на станциях по 67°30' с. ш., в восточноисландских водах присутствовало только 26, и не было отмечено ни одной тепловодной формы (см. табл. 1).

По численности, как и в смешанных водах, превалировали мелкие копепоиды *Oithona similis*, *Oncaea borealis* и *Pseudocalanus elongatus*, которые составляли более 60% от общего количества всех зоопланктеров. Однако наибольшую биомассу планктона, как и в смешанных водах, давали *Calanus hyperboreus* (80 мг/м³), *Eukrohnia hamata*

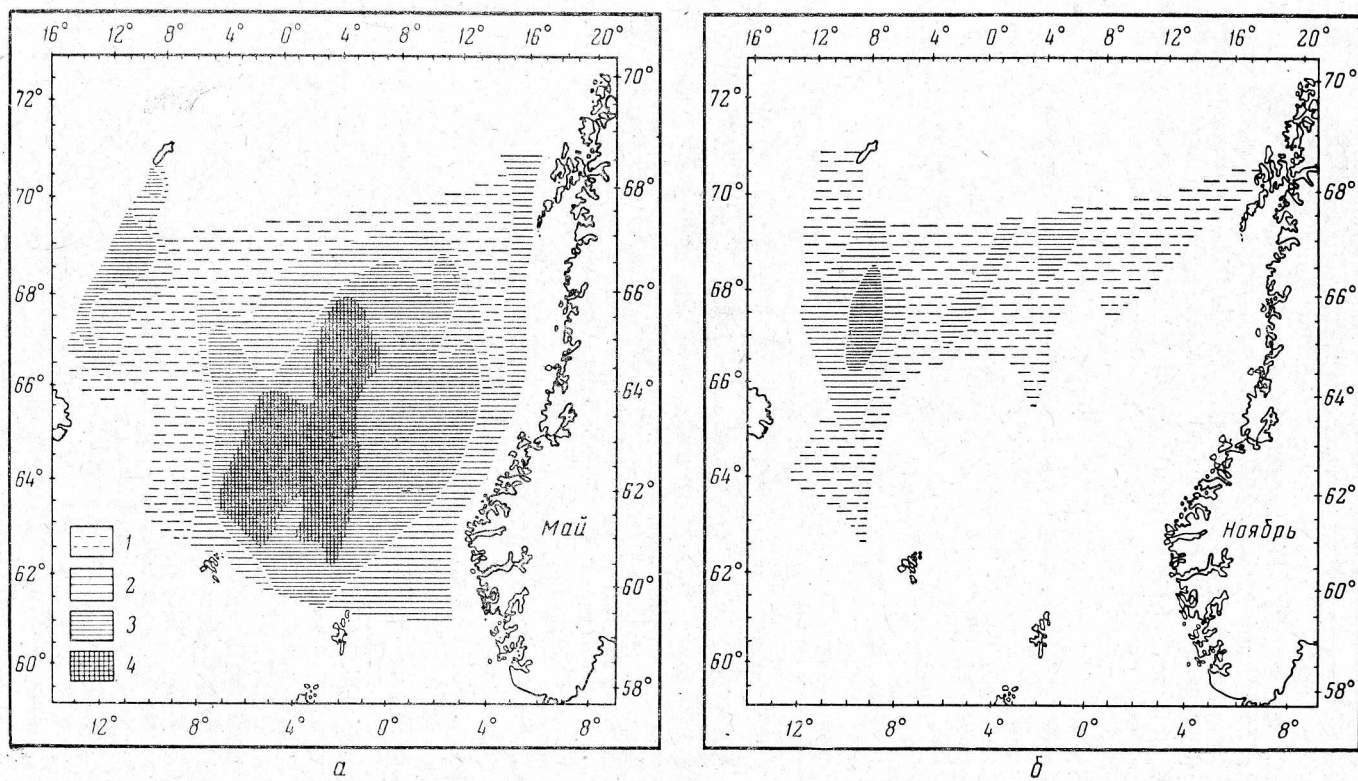


Рис. 4. Распределение *Opseae borealis* в мае (а) и ноябре (б) в слое 0—100 м. в экз/м³:
 1 — 0,1—10, 2 — 10—100, 3 — 100—1000, 4 — 1000—4000.

(39 мг/м³), *Metridia longa* (14 мг/м³) и преднерестовые особи *C. finmarchicus* (35 мг/м³). В холодных водах Восточно-Исландского течения, в отличие от атлантических вод, не все планктонные организмы держались в верхнем горизонте, поэтому биомасса планктона довольно равномерно распределялась по всей 200-метровой толще воды.

Осень

По данным Алексеева и Истошина (1962), ноябрь—декабрь 1959 г. характеризовался развитием зимнего конвективного перемешивания, сопровождаемого интенсивным понижением температуры поверхностного слоя. В слое 0—50 м от августа к сентябрю происходило постепенное охлаждение, однако в слое 0—500 м, несколько охладившимся уже к сентябрю, к ноябрю произошло потепление, вызванное усилением адвекции атлантических вод. В атлантических водах в ноябре была широко развита гомотермия. Особенностью осеннего сезона была усиленная деятельность Восточно-Исландского течения.

В прибрежных водах в ноябре температура воды у северо-западных берегов Норвегии на поверхности была 9°, постепенно повышаясь к югу до 10°.

К этому периоду значительная часть планктона опустилась на глубину более 200 м. В связи с этим наблюдалось довольно равномерное распределение планктона в слое 0—200 м. По сравнению с маем произошло резкое падение численности и биомассы планктона. Общая численность планктеров для горизонта 0—200 м была 520 экз/м³, биомасса — 58 мг/м³. В составе зоопланктона не произошло значительных изменений, однако вместо *C. finmarchicus*, который доминировал весной, осенью преобладали мелкие копеподы *Pseudocalanus elongatus* и *Oithona similis* (табл. 2). Эти рачки составляли 75% от общего числа зоопланктеров. Постоянными компонентами, как и в мае, были неритические формы *Acartia clausi* (рис. 5), *Paracalanus parvus*, *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* и бореальная форма *Metridia lucens*, количество которых составляет около 15% всех зоопланктеров. Характерной особенностью осеннего планктона было присутствие некоторых тепловодных форм: *Preugomamma robusta*, *Candacia armata*, *Calocalanus sp.*, *Aetideus armatus*, *Limacina retroversa*, *Tomopteris sp.* и др. Несмотря на то, что все эти организмы были представлены очень небольшим числом особей, не вызывает сомнения их значение как показателей интенсивного притока атлантических вод. Наши предположения вполне согласуются с данными гидрологов, которые считают, что в 1959 г. было общее усиление интенсивности теплых и холодных течений (Алексеев и Истошин, 1960). В осеннем планктоне полностью отсутствовали характерные для весны личинки донных животных. Личинки эвфаузиевых встречались единично.

В ноябре в атлантических водах Норвежского течения наблюдалось резкое падение численности и биомассы планктона (почти в 10 раз в сравнении с маем). Планктонные организмы довольно равномерно распределялись в слое 0—200 м. Общая численность зоопланктона в этом слое была 330 экз/м³, биомасса — 23 мг/м³. В отличие от весны, осенью значительную роль в планктоне играли теплолюбивые и неритические организмы *Metridia lucens*, *Paracalanus*, *Limacina retroversa* (рис. 6), *Acartia clausi*, биомасса которых составляла 45% всего зоопланктона. Осенний планктон был более разнообразен по сравнению с майским за счет приноса Норвежским течением многих тепловодных форм: *Aetideus armatus*, *Eucalanus elongatus*, *Tomopteris sp.*,

Таблица 2

Распределение зоопланктона в различных водных массах Норвежского моря
в ноябре 1959 г. (на разрезе по 67°30' с. ш.), экз/м³

Вид	Воды Восточно-Исландского течения		Смешанные воды		Норвежское течение		Прибрежные воды	
	горизонт, м		горизонт, м		горизонт, м		горизонт, м	
	100—0	200—100	100—0	200—100	100—0	200—100	100—0	200—100

Ракообразные

<i>Calanus hyperboreus</i>	0,02	—	—	—	—	—	—	0,2
<i>Calanus finmarchicus</i>	23	17,3	20	5,4	2,7	1,1	9,2	63
<i>Calanus glacialis</i>	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—
<i>Paracalanus parvus</i>	—	—	—	—	3,8	0,3	31,6	7,5
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	12	2,5	0,1	0,02	0,5	0,7	133	37
<i>Microcalanus pusillus</i>	28,7	14,2	12,7	10	49	8	6,6	7
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	—	—	—	—	0,01	0,01	—	0,1
<i>Aetideus armatus</i>	—	—	—	—	0,1	0,1	0,1	0,05
<i>Gaidius tenuispinus</i>	0,2	0,3	0,05	0,02	—	0,02	0,1	0,05
<i>Pareuchaeta norvegica</i>	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,5
<i>Pareuchaeta glacialis</i>	—	0,05	—	—	—	—	—	—
<i>Scolecithricella minor</i>	0,04	—	0,1	0,02	0,2	0,08	0,1	0,4
<i>Temora longicornis</i>	—	—	—	—	0,05	—	3,3	0,1
<i>Metridia longa</i>	27,8	18	7	2,5	1,2	0,8	0,1	4,9
<i>Metridia lucens</i>	—	—	0,1	—	8,1	3,7	23,6	23,5
<i>Pleuromamma robusta</i>	—	—	—	—	—	0,06	0,03	0,05
<i>Centropages hamatus</i>	—	—	—	—	0,1	—	4,8	2
<i>Heterorhabdus norvegicus</i>	0,02	0,05	—	—	—	0,02	—	—
<i>Candacia armata</i>	—	—	—	—	—	—	0,1	—
<i>Anomalocera patersoni</i>	0,04	—	—	—	—	—	—	—
<i>Acartia clausi</i>	—	—	—	—	12,7	0,3	47	52
<i>Oithona atlantica</i>	6,5	3	11,3	7	4,6	5,3	12	20
<i>Oithona similis</i>	945	330	166	210	303	76	270	237
<i>Oncaea borealis</i>	42,8	44,5	6,4	0,5	0,4	0,3	—	0,05
<i>Oncaea conifera</i>	—	—	—	—	—	—	0,03	—
<i>Microsetella norvegica</i>	0,5	—	0,4	0,02	0,3	—	—	—
<i>Nauplii Calanidea</i>	—	—	—	—	—	0,4	—	—
<i>Nauplii Metridia</i>	11,3	2,4	0,7	0,4	15	1,4	13,8	3,4
<i>Nauplii Oithona</i>	0,6	—	2,4	—	1	—	—	—
<i>Isopoda sp.sp.</i>	0,1	—	—	—	0,02	0,02	0,06	0,1
<i>Themisto abyssorum</i>	1	0,3	0,07	—	0,08	0,02	—	—
<i>Meganyctiphanes norvegica</i>	—	—	—	0,02	—	0,02	—	0,1
<i>Thysanoessa inermis</i>	1,9	0,3	0,07	0,4	0,1	0,03	—	—
<i>Thysanoessa longicaudata</i>	0,8	—	0,3	0,8	0,2	0,3	0,06	—

Вид	Воды Восточно-Исландского течения		Смешанные воды		Норвежское течение		Прибрежные воды	
	горизонт, м		горизонт, м		горизонт, м		горизонт, м	
	100—0	200—100	100—0	200—100	100—0	200—100	100—0	200—100

Прочие формы зоопланктона

<i>Globigerina</i> spp.	20	1	5	1	5	—	5	—
<i>Paralavella denticulata</i>	0,06	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aglantha digitale</i>	0,06	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1	—	—
<i>Physophora hydrostatica</i>	—	—	—	—	—	0,05	—	0,05
<i>Dimophyes arctica</i>	0,1	—	0,1	0,1	—	0,3	0,06	0,1
<i>Tomopteris</i> spp.	—	—	—	0,02	0,07	0,05	—	0,05
<i>Conchoecia borealis</i>	1,9	0,2	—	—	—	—	—	—
<i>Conchoecia elegans</i>	—	—	0,02	—	0,02	—	—	—
<i>Conchoecia</i> sp. juv.	0,6	0,2	0,8	3,1	1	1,4	—	—
<i>Clione limacina</i>	0,02	—	—	0,02	—	—	—	0,2
<i>Limacina helicina</i>	—	—	—	—	—	0,008	—	—
<i>Limacina retroversa</i>	3	0,3	2,2	1,2	18	4,7	2,3	3,5
<i>Sagitta elegans</i>	0,6	—	0,2	0,02	0,1	0,04	—	—
<i>Eukrohnia hamata</i>	0,2	0,7	0,4	0,1	0,01	0,05	—	0,05
<i>Oikopleura</i> sp.sp.	0,1	—	0,05	—	0,01	—	—	—

Личинки донных животных

Личинки Polychaeta	—	0,05	0,05	0,02	0,1	0,02	0,8	0,1
Молодь Gastropoda	—	—	—	—	1	0,1	0,6	—
Молодь Lamellibranchiata	—	—	—	—	0,1	0,01	1	1
Общее количество экземпляров	1130,3	435,8	237	243,2	428,6	106	565,4	464,3
Биомасса в мг/м ³	110	70	39,8	58	28	18	29	76

Physophora hydrostatica и др. Увеличение количества тепловодных организмов к осени отмечалось многими авторами: Линко (1907); Мантейфелем (1938) и Хансеном (Hansen, 1960). Хансен указывает, что в ноябре—декабре виды атлантического происхождения составляют 50% планктонных животных в Норвежском море. Из форм, которые всюду встречались в сравнительно больших количествах, хотя биомасса их была очень мала, следует отметить *Oithona similis* (270 экз/м³) и *Microcalanus pusillus* (50 экз/м³). Особенностью распределения планктона в атлантических водах в осенний период было отсутствие некоторых характерных для весны форм, например, тепловодной *Collozoum* sp. и холодноводного *Calanus hyperboreus*. Из особенностей осеннего планктона следует отметить также более северное распространение некоторых тепловодных организмов в сравнении с весной. Например, *Caucus anglicus* и *Calocalanus* sp. в мае были найдены только в Фареро-Шетландском районе, в то время как в ноябре они были отмечены на нескольких станциях, по 67°30' с. ш.

Преобладание в осенний период тепловодных форм и значительное их распространение в северном направлении объясняется, по-видимому, тем, что в результате повышения температуры воды к осени создались благоприятные условия для их массового развития и более широкого распространения. В ноябре были также отмечены тепловодные виды фитопланктона, причем количество видов и встречаемость тепловодных

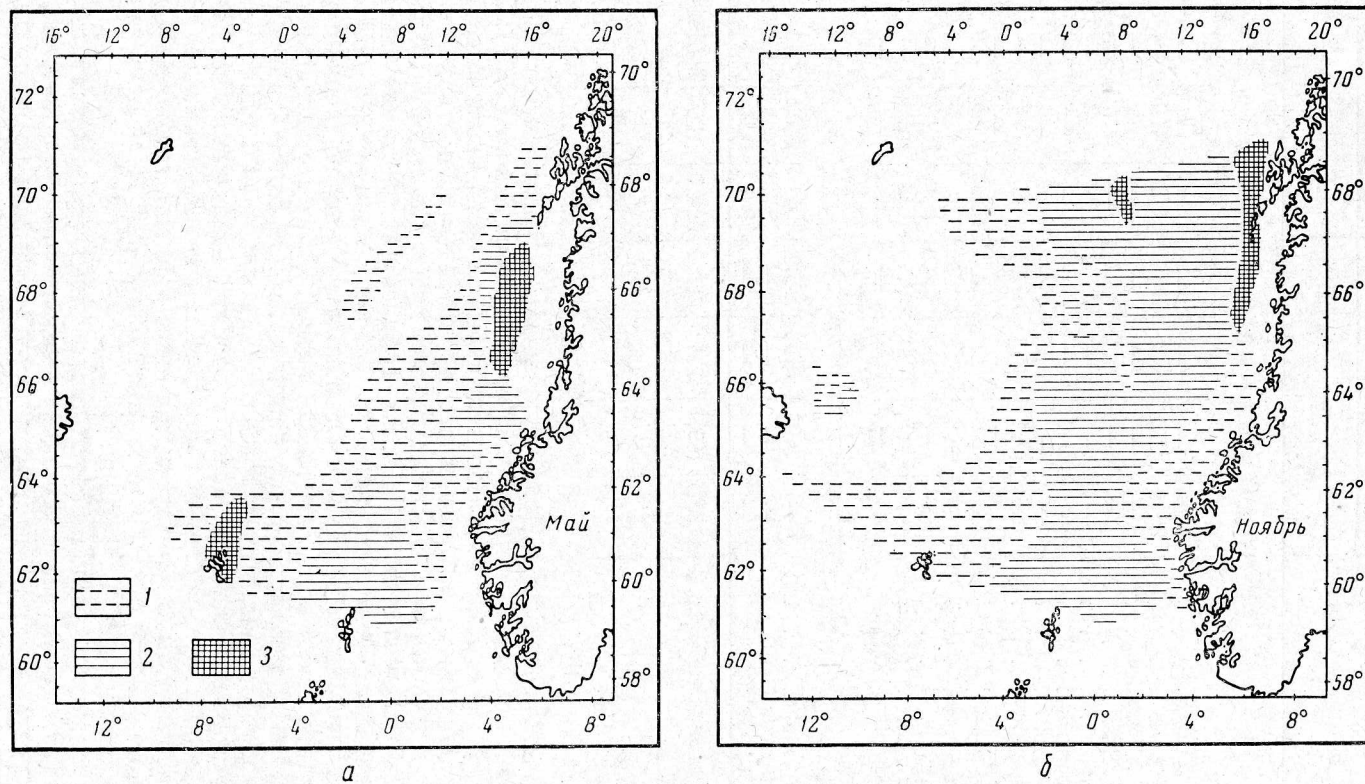


Рис. 5. Распределение *Acartia clausi* в мае (а) и ноябре (б) в слое 0—100 м в экз/м³;
1 — 0,1—10, 2 — 10—100, 3 — 100—400.

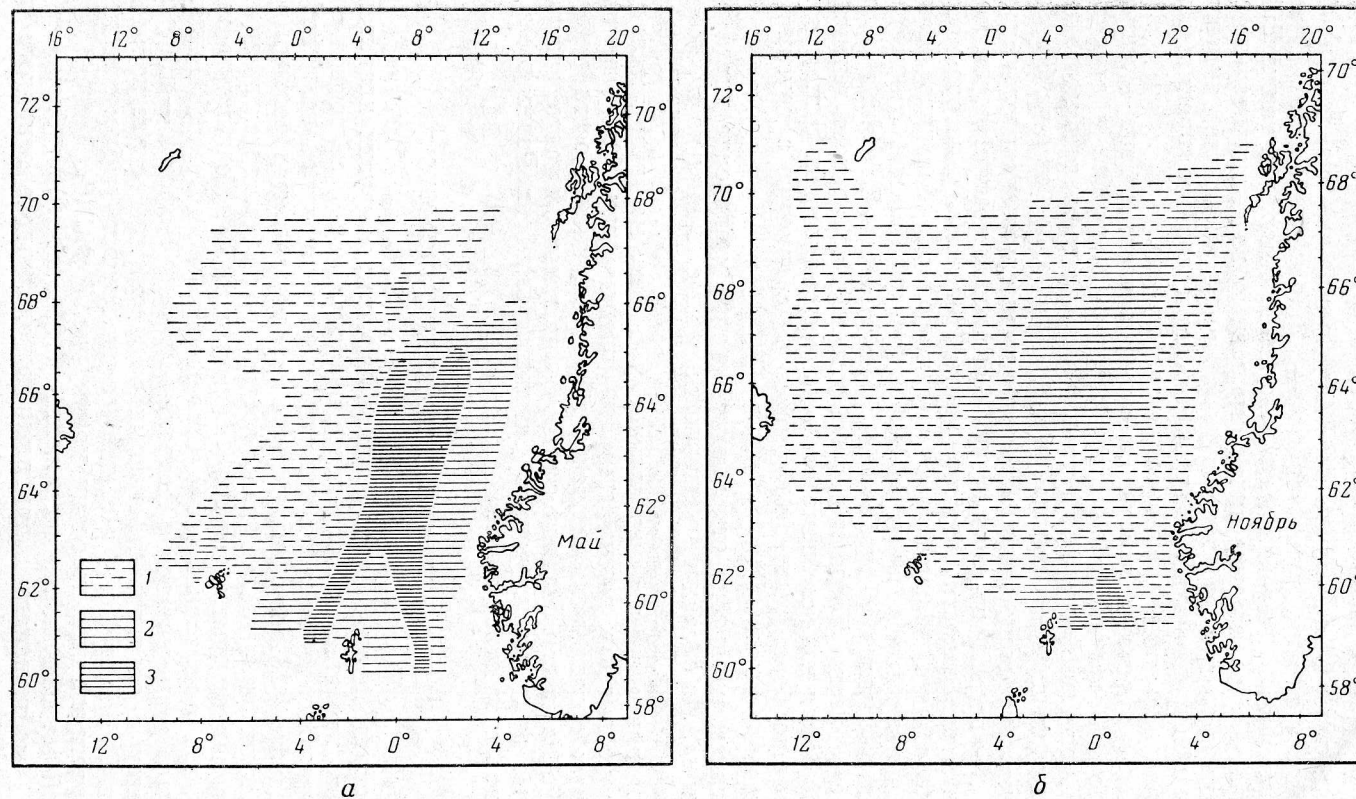


Рис. 6. Распределение *Limacina retroversa* в мае (а) и ноябре (б) в слое 0—100 м:
 1 — 0,1—10, 2 — 10—50, 3 — 50—100 (на рис. *а — 50—130)

форм были довольно высокими в прибрежных и атлантических водах и уменьшались в смешанных и холодных водах (Виноградова, 1962).

Смешанные воды в ноябре—декабре также были чрезвычайно бедны планктоном. Биомасса зоопланктона снизилась в сравнении с маем до 40 мг/м^3 . Как и весной, по количеству экземпляров преобладали мелкие копеподы *Oithona similis* и *Microcalanus pusillus*, хотя наибольшую биомассу давали крупные рачки — *Calanus finmarchicus*, *Metridia longa*, *Thysanoessa longicaudata*, *Thysanoessa inermis*, а также *Eukrohnia hamata*. По количеству видов смешанные воды значительно уступали водам Норвежского течения, так как более низкие температуры и соленость по сравнению с атлантическими водами препятствовали распространению многих тепловодных организмов.

Мы уже отмечали, что особенность осеннего сезона — усиленная деятельность Восточно-Исландского течения. В ноябре в этих водах максимальная температура (5°) на поверхности держалась у юго-западной границы течения, минимальная (1°) — на западе от о-ва Ян-Майен.

В видовом составе зоопланктона не произошло значительных изменений. Как и весной, по количеству экземпляров доминировали мелкие копеподы, в особенности *Oithona similis* (600 экз/м^3), которая составляла 85% общего количества зоопланктеров. Наибольшую биомассу давали крупные организмы *Metridia longa*, *Calanus finmarchicus*, *Thysanoessa inermis*, *Thysanoessa longicaudata*, *Eukrohnia hamata*. В отличие от весны, когда в водах Восточно-Исландского течения наблюдалась самая низкая биомасса зоопланктона, осенью в этом районе была отмечена более высокая биомасса по сравнению с другими волными массами (см. рис. 1).

В осеннем планктоне отмечено некоторое увеличение числа видов зоопланктона. Из 52 видов, обнаруженных на станциях по $67^\circ 30'$ с. ш., в водах Восточно-Исландского течения присутствовало 35. В связи с усиленным притоком атлантических вод и повсеместным потеплением в восточноисландских водах были обнаружены одиночные экземпляры тепловодных организмов: *Limacina retroversa*, *Anomalocera patersoni*, *Scolecithricella minor*. Наряду с этим были отмечены также единичные экземпляры арктических рачков *Calanus glacialis* и *Paraeuchaeta glacialis*, не встречавшихся весной.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ CALANUS FINMARCHICUS

В распределении *Calanus finmarchicus*, как и других планктонных организмов, наблюдалась определенная зональность, связанная с особенностями гидрологического режима исследуемого района. Наиболее раннее развитие *Calanus finmarchicus* начинается в прибрежных водах и с прогревом верхнего слоя воды постепенно продвигается в западном и северо-западном направлениях (Павштик, 1956). По данным Виборга (1955), в юго-восточной части Норвежского моря *Calanus finmarchicus* начинает размножаться в феврале—марте, у Лофотен — в апреле—мае. В связи с различными сроками размножения возрастной состав популяции *C. finmarchicus*, а также его численность и биомасса неравномерно распределены по всему морю (рис. 7, 8, 9)*.

Весной максимальная численность (1250 экз/м^3) и биомасса (до 400 мг/м^3) наблюдалась в прибрежных водах вдоль западного побе-

* На рис. 8 и 9 незаштрихованная площадь означает низкие показатели численности калануса: меньше 10 экз/м^3 (рис. 8) и меньше 50 экз/м^3 (рис. 9).

режья Норвегии (табл. 1, 3). Популяция *Calanus finmarchicus* в этих водах состояла в основном из особей новой весенней генерации (III—V копепоидитных стадий) — более 60% общего числа экземпляров. Сравнительно много было молодых (I—II копепоидитных стадий) — 24%. Самок, самцов, а также яиц и науплиусов было очень мало. По данным

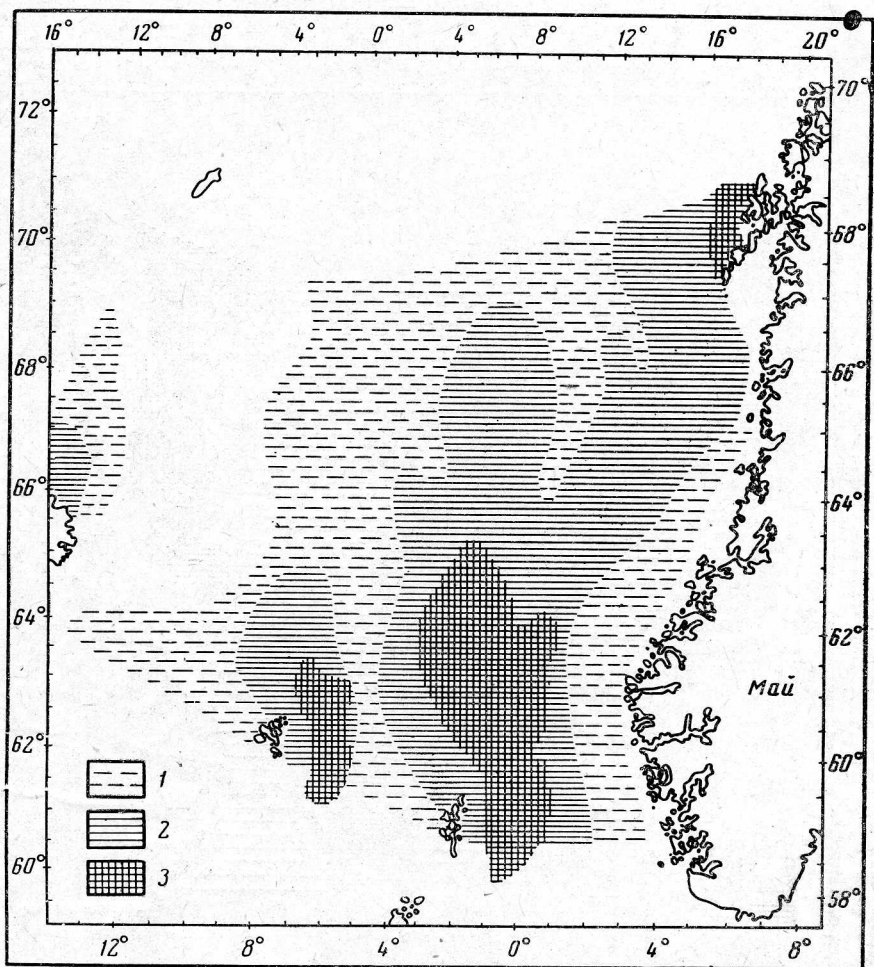


Рис. 7. Распределение I—II копепоидитных стадий *Calanus finmarchicus* в мае в слое 0—100 м в экз/м³:
1 — < 100, 2 — 100—300, 3 — > 300.

Сомме (Somme, 1934), приведенным в работе Маршалла и Орра (Marshall and Orr, 1955), развитие калануса от яйца до V копепоидитной стадии в районе Лофотен проходит в течение 42 дней. Можно предположить, что массовое размножение *Calanus finmarchicus* прошло в начале апреля, а в мае большая часть его была в IV—V копепоидитных стадиях.

По направлению к западу биомасса калануса постепенно уменьшалась (табл. 3).

В водах Норвежского течения биомасса калануса была значительно ниже, чем в прибрежных и состояла преимущественно из I—II копепо-

дитных стадий. В мае 25% особей достигла III—IV копепоидных стадий. Сравнительно много было половозрелых самок (17%), по-видимому, старой зимующей генерации. Наличие большого количества яиц и науплиусов (см. табл. 1) указывает на то, что в мае в атлантических водах еще не закончился процесс размножения *Calanus finmarchicus*. Но массовый его нерест, вероятно, прошел после достаточного прогрева верхнего слоя воды — в конце апреля — начале мая.

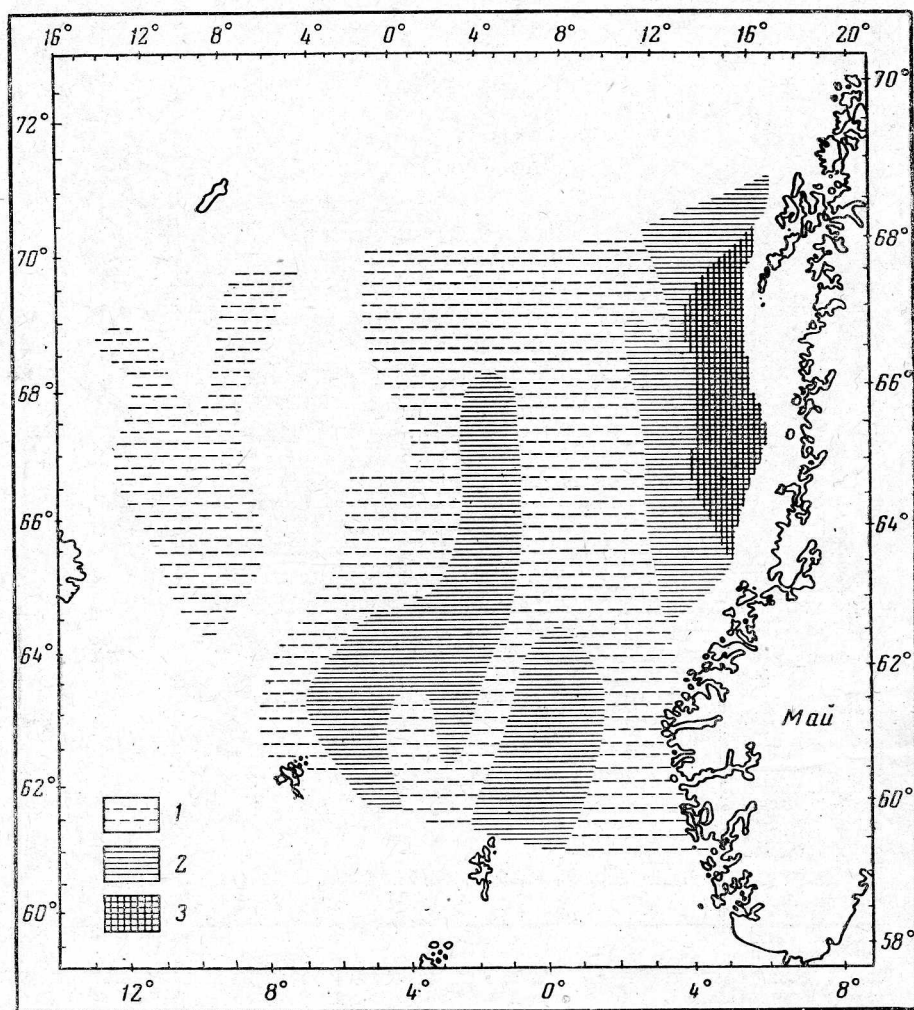


Рис. 8. Распределение III—IV копепоидных стадий *Calanus finmarchicus* в мае в слое 0—100 м в экз/м³. Условные обозначения те же, что на рис. 7.

В смешанных водах биомасса *Calanus finmarchicus* была очень незначительная (36 мг/м³). Возрастной состав популяции был почти таким же, как в атлантических водах, с некоторым преобладанием особей I копепоидной стадии. Можно предположить, что массовое размножение калануса в этих водах прошло несколько позже, чем в водах Норвежского течения. Присутствие в пробах большого количества яиц и науплиусов указывает на то, что в этих водах в мае *Calanus finmarchicus* продолжал еще размножаться.

В водах Восточно-Исландского течения была отмечена самая низкая биомасса калануса (меньше 40 мг/м^3). Возрастной состав популяции был представлен особями IV—VI стадий старой зимующей генерации. Только на границе с Ирмингеровым течением были отмечены одиночные находения яиц, науплиусов и молоди I копепоидитной

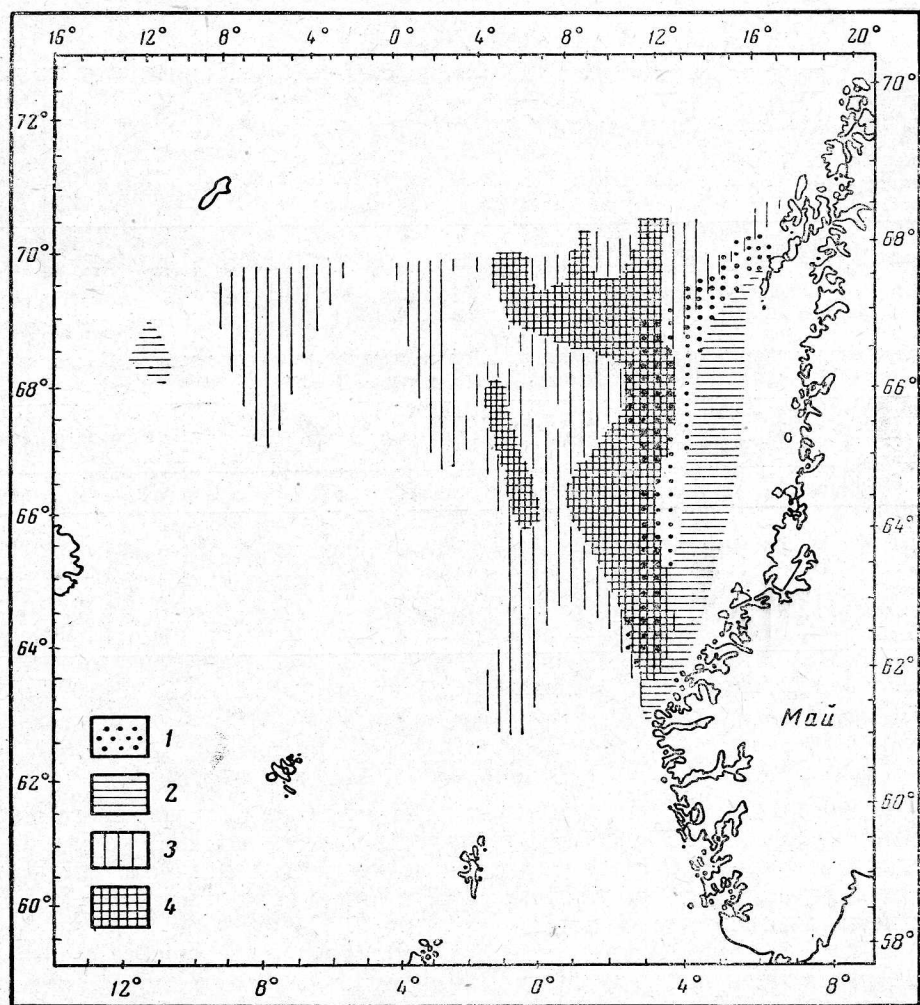


Рис. 9. Распределение V—VI стадий *Calanus finmarchicus* в мае в слое 0—100 м в экз/м³:

V-я копепоидитная стадия: 1 — 50—100, 2 — 100—600, VI-я стадия: 3 — 50—100, 4 — 100—100.

стадии. Практически можно считать, что в мае в восточно-исландских водах *Calanus finmarchicus* еще не размножился.

В ноябре—декабре произошло резкое падение численности и биомассы калануса по всей акватории Норвежского моря. Большая часть его популяции опустилась на глубины ниже 200 м. Возрастной состав *Calanus finmarchicus* был представлен в основном особями IV—V копепоидитных стадий (табл. 4).

Таблица 3

Распределение популяции *Calanus finmarchicus* в различных водных массах Норвежского моря весной 1959 г. в слое 0—100 м

Возрастные стадии	Воды Восточно-Исландского течения			Смешанные воды			Воды Норвежского течения			Прибрежные воды		
	экз/м ³	%	мг/м ³	экз/м ³	%	мг/м ³	экз/м ³	%	мг/м ³	экз/м ³	%	мг/м ³
I	1	1,5	0,004	45	28	0,18	70	27	0,28	53	8,6	0,212
II	—	—	—	34	21,5	0,88	58	22,5	1,51	98	15,5	2,54
III	—	—	—	31	19,4	3,1	37	14	3,7	144	23,3	14,4
IV	14	25	3,92	19	12	5,32	30	11,5	8,4	215	35	60,2
V	22	39,5	13,64	9	5,6	5,58	18	7	11,16	88	14,2	54,56
самки	19	34	18,24	21	13	20,16	45	17	43,2	19	3,1	18,24
самцы	—	—	—	1	0,5	0,85	3	1	2,58	2	0,3	1,72
Всего	56	100	35,8	160	100	36,08	261	100	70,8	619	100	151,88

Таблица 4

Распределение популяции *Calanus finmarchicus* в различных водных массах Норвежского моря осенью 1959 г. в слое 0—200 м

Возрастные стадии	Воды Восточно-Исландского течения			Смешанные воды			Воды Норвежского течения			Прибрежные воды		
	экз/м ³	%	мг/м ³	экз/м ³	%	мг/м ³	экз/м ³	%	мг/м ³	экз/м ³	%	мг/м ³
III	0,02	0,3	0,002	0,1	1,5	0,01	0,1	2	0,01	0,03	0,2	0,003
IV	3,6	12,2	1,01	1,2	17,3	0,34	1,4	25	0,4	3,7	24	1,03
V	23,7	81	14,8	5,5	80,5	3,41	3,8	68	2,4	10,5	68	6,51
самки	1,9	6,5	1,7	0,06	0,7	0,05	0,3	5	0,27	1,2	7,7	1,1
самцы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,1	0,01
Всего	29,22	100	17,51	6,86	100	3,81	5,6	100	3,08	15,44	100	8,65

ВЫВОДЫ

1. Распределение планктона по всей акватории Норвежского моря изучали весной и осенью 1959 г. Качественное и количественное распределение планктона рассматривали по четырем зонам, соответствующим различным водным массам: прибрежные, атлантические, смешанные и восточноисландские воды.

2. Весной наибольшая биомасса зоопланктона отмечалась в прибрежных водах. В этих водах доминировал так называемый «красный каланус» (III—V копепоидитные стадии новой весенней генерации). Постоянными компонентами зоопланктона были также неритические формы и личинки донных животных.

3. Весной в теплых водах Норвежского течения была меньшая биомасса зоопланктона, чем в прибрежных водах. Самые бедные по биомассе планктона были воды Фареро-Исландского района. Однако видовой состав зоопланктона в атлантических водах более разнообразен, чем в других водных массах. Обилие видов зоопланктона в водах Норвежского течения связано с постоянным приносом многих тепловодных форм Атлантическим течением. Весной в зоопланктоне Норвежского течения доминировали (по числу экземпляров) мелкие копепоиды *Oithona similis*, *Oncaea borealis*, *Pseudocalanus elongatus*, однако наибольшую биомассу давали крупные формы *Calanus finmarchicus* и *Calanus hyperboreus*.

4. Смешанные воды в весенний период имели еще меньшую биомассу зоопланктона, чем атлантические. В зоопланктоне преобладали (по числу экземпляров) мелкие копеподы *Oithona similis*, *Oncaea borealis* и *Pseudocalanus elongatus*, которые создавали здесь значительную концентрацию. Однако, как и в атлантических водах, по величине биомассы преобладали крупные организмы: *C. hyperboreus*, *Metridia longa*, *Eukrohnia hamata* и половозрелые особи *C. finmarchicus* перезимовавшей генерации.

5. Весной воды Восточно-Исландского течения были чрезвычайно бедны не только по биомассе зоопланктона, но и по видовому составу. В этот период полностью отсутствовали тепловодные организмы. В зоопланктоне доминировали по числу экземпляров, как и в смешанных водах, мелкие копеподы, хотя по величине биомассы преобладали крупные холодноводные организмы: *C. hyperboreus*, *Metridia longa*, *Eukrohnia hamata*, а также преднерестовые особи *Calanus finmarchicus*.

6. Весной в количественном распределении *C. finmarchicus*, также обнаруживалась четкая зональность, связанная с различиями в сроках размножения. Наиболее раннее развитие калануса отмечено в прибрежных водах, а затем в атлантических и смешанных. В водах Восточно-Исландского течения размножение калануса наступило значительно позже, чем в других водных массах. В связи с этим в мае наибольшая биомасса калануса была в прибрежных водах и постепенно уменьшалась в западном направлении.

Возрастной состав популяции калануса также существенно отличался в различных водных массах: в прибрежных водах доминировали (по числу экземпляров) особи III—IV копеподитных стадий; в атлантических и смешанных — яйца, науплиусы и особи I—II копеподитных стадий; в водах Восточно-Исландского течения — особи V—VI копеподитных стадий старой перезимовавшей генерации. Можно предположить, что размножение калануса в прибрежных водах началось в первых числах апреля, в атлантических водах — в конце апреля — начале мая, в восточноисландских водах — в первых числах июня, т. е. на два месяца позже, чем в прибрежных водах.

7. В осеннем планктоне по сравнению с весной произошли следующие изменения:

- а) увеличилось число тепловодных видов и граница их распространения передвинулась к северу;
- б) расширился ареал неритических форм;
- в) отсутствовали личинки донных животных;
- г) сменились доминирующие формы.

Осенью резко сократилась численность и биомасса планктона (в 5—10 раз) в верхней 200-метровой толще Норвежского моря. Исключение составляли холодные восточноисландские воды, где наблюдалась сравнительно высокая величина биомассы в сравнении с другими водными массами.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев А. П., Истошин Б. В. Схема постоянных течений Норвежского и Гренландского морей. Тр. ПИНРО. Вып. 9. М., Пищепромиздат, 1956.
- Алексеев А. П., Истошин Б. В. Некоторые результаты океанографических исследований в Норвежском и Гренландском морях. Тр. ВНИРО—ПИНРО. Сб. «Советские рыбохоз. исследов. в морях Европейского Севера». М., 1960.

- Алексеев А. П., Истошин Б. В. Изменение гидрологических условий в Норвежском и Гренландском морях по сезонам 1959 г. Тр. ПИНРО. Вып. XIV, 1962.
- Богоров В. Г. Биомасса планктеров. Бюлл. ВНИРО № 1, 1934.
- Виноградова Л. А. Распределение фитопланктона в различных водных массах Норвежского моря весной и осенью 1958—1959 гг. Доклад на 50 сессии ИКЕС, 1962.
- Грузов Л. Н. Влияние планктона на кормовые миграции сельди в Норвежском море в 1959 г. Тр. БалтНИРО. Вып. 7, 1962.
- Канаева И. П. Средний вес Copepoda Центральной и Северной Атлантики, Норвежского и Гренландского морей. Тр. ВНИРО. Т. XLVI. М., 1962.
- Линко А. К. Исследования над составом и жизнью планктона Баренцева моря. СПб, 1907.
- Мантейфель Б. П. Краткая характеристика основных закономерностей в изменениях режима планктона Баренцева моря (по материалам 1934—1935 г.) Тр. ПИНРО. Вып. 1, 1938.
- Павштикс Е. А. Сезонные изменения в планктоне и кормовые миграции сельди. Тр. ПИНРО. Вып. 9. М., Пищепромиздат, 1956.
- Сушкина А. П. Планктонные организмы — индикаторы течений в Фареро-исландских водах и прилегающих районах. Тр. ВНИРО. Т. XLVI. М., 1962.
- Тимохина А. Ф. Некоторые данные о качественном и количественном распределении планктона в Норвежском море весной и осенью 1959 г. Бюлл. ПИНРО № 2 (12). Мурманское изд-во, 1960.
- Яшнов В. А. Инструкция по сбору и обработке планктона. Инструкция ВНИРО: М., 1934.
- Яшнов В. А. Морфология, распространение и систематика *Calanus finmarchicus* S. L. Зоологический журнал 34 № 6. Изд-во АН СССР. М., 1955.
- Яшнов В. А. Водные массы и планктон. 1) Виды *Calanus finmarchicus* S. L. как индикаторы определенных водных масс. Зоологический журнал. Т. 40. Вып. 9. Изд-во АН СССР, 1961.
- Hansen V. K. Investigations on the quantitative and qualitative distribution of zooplankton in the southern part of the Norwegian Sea. Meddelelser fra Danmarks Fiskeri og Havundersøgelser. Bd. 11, N 23, 1960.
- Lie Ulf. Zooplankton in relation to herring in the Norwegian Sea, June, 1959. Fiskeridir. Skr. Havunders., vol. XIII, No 1, 1961.
- Marschall S. M., Orr A. P. The biology of a marine Copepod. *Calanus finmarchicus* (Gunner). Edinburgh—London, 1955.
- Somme J. Animal plankton of the Norwegian coast waters and the open sea J. Fiskeridir. Skr. Havunders. 4, No 9, 1934.
- Wiborg K. F. Investigations on zooplankton in coastal and offshore waters of western and northwestern Norway. Fiskeridir. Skr. Havunders. Vol. 11, No 1, 1954.
- Wiborg K. F. Zooplankton in relation to hydrography in the Norwegian Sea. Fiskeridir. Vol. 11, No 4, 1955.