

Министерство рыбного хозяйства СССР

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (АЗЧЕРНИРО)

УДК 595.383.1.591.9(269)
№ гос.регистрации 81065402
Инвентарный номер

"Для служебного пользования"
экз. № 4



ТВЕРЖДАЮ:

В.Л.Спиридонов

19 апреля 1982 г.


Промышленное освоение ресурсов криля и комплексное
использование его в народном хозяйстве (КЦП "Криль")

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРИЛЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД,
СРОКИ НАЧАЛА И ОКОНЧАНИЯ ПРОМЫСЛОВОГО СЕЗОНА, СКВЕРНАЯ
ГРАНИЦА СКОПЛЕНИЙ, УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ И ФОРМА СУЩЕСТВОВАНИЯ
ПОПУЛЯЦИИ КРИЛЯ И ОЦЕНКА ЗАПАСОВ В ИНДООКЕАНСКОМ СЕКТОРЕ
АНТАРКТИКИ

(заключительный этап)

№ темы 2

Зам.директора института
по научной работе, к.б.н.

 В.П.Губанов

Зам.лабораторией гидробиологии,
руководитель темы и ответственный
исполнитель, к.б.н.

 З.З.Санышев

Исполнители:

и.о.ст.н.с., к.б.н.

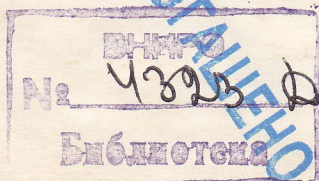
 М.С.Савич

и.о.ст.н.с., к.б.н.

 Ю.П.Ассеев

инженер

 Н.И.Мироненко



Керчь, 1982

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1. АСБЕВ Ю.П., и.о.ст.н.с., к.б.н. (раздел 3)
2. САВИЧ М.С., и.о.ст.н.с., к.б.н. (раздел I)
3. САММИКВ Э.З., зав.лаб., к.б.н. (введение, заключение, раздел 2)
4. МИРОНЕНКО Н.И., инженер (подраздел (икра, личинки куколки) раздела 2)

Р Е Ф Е Р А Т

стр. 95 , рис. 32, табл. 9

фитопланктонное сообщество, индоокеанский сектор, Антарктика, распределение криля, популяция, циклоническая завихренность, основа ареала, икра, личинки криля.

На основании анализа материалов, полученных в разные годы, выявлены закономерности распределения криля в зимний и летний сезоны. По данным о распределении икры и личинок криля изучена форма существования его популяции на примере индоокеанского сектора Антарктики. Установлено, что основой ареала являются прибрежные участки, где стационарируются циркуляционные системы. Фитопланктонное сообщество характеризовалось высоким уровнем развития с локализацией основной массы его в зонах с преобладающей циклонической завихренностью.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
В в е д е н и е	<u>5</u>
1. Состав, уровень развития и распределение фитопланктона в антарктической зоне Индийского океана (между 30-60° в.д.) в январе-феврале 1979 г.	<u>6-24</u>
2. Закономерности распределения, оценка запасов и некоторые проблемы промысла криля (<i>Euphausia superba Dana</i>) в антарктической зоне Индийского океана	<u>25-74</u>
3. Пространственное распределение криля в зимний период	<u>74-85</u>
4. Заключение	<u>85-86</u>
5. Литература	<u>86-90</u>
6. Приложения	<u>91-95</u>

В В В Д Б И И В

Исследованиями в предшествующие годы установлен характер распределения скоплений криля в индоокеанском секторе Антарктики в зависимости от гидрологических условий, сложившихся в конкретные сроки. Такие сведения получены регулярно в вегетационные сезоны 1976-1980 гг. Стала очевидной необходимость обобщения этих данных с целью установления как закономерностей распределения, так и роли того или иного типа циркуляции вод в образовании и распаде скоплений криля.

Наряду с этим в плане выявления возможностей промысла в зимний сезон южного полушария представлял интерес проанализировать имеющиеся данные, полученные в 1973 г.

Рациональная эксплуатация запасов криля невозможна без знания формы существования его популяции. В связи с этим производилось изучение распределения икры и личинок криля. При этом производилось сопоставление распределения последних с распределением взрослой части популяции на фоне известной гидрологической обстановки.

Наконец, в плане накопления данных по структуре экосистемы пелагиали и в плане изучения кормовых условий криля произведена обработка очередной партии проб фитопланктона, собранного антарктическим летом 1979 г. между 30-60° в.д. и 60° ю.ш. - кромкой льда на юге.

Работы, проведенные в 1981 г. по теме, предусмотрены целиком планом НИР АзчерНИРО по ЮДП "Криль".

I. СОСТАВ, УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА
В АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА (МЕЖДУ 30-60°В.Д.)
В ЯНВАРЕ-ФЕВРАЛЕ 1979 Г.

В первом рейсе БМРТ "Мисс Островский" было исследовано состояние фитопланктона между 30-60°з.д. и 60°ю.ш. - кромкой плавучих льдов на юге. Сбор материала производился с 8 января по 5 февраля 1979 г. Всего было собрано и обработано 245 батометрических проб фитопланктона. В обработанных пробах было определено 130 видов планктонных водорослей, относящихся к четырём отделам: *Bacillariophyta*, *Pyrrophyta*, *Chryso-
phyta*, *Cyanophyta*. Среди указанных отделов по числу видов и разнообразию доминировали диатомей антарктического, субантарктического и умеренно-теплогодного комплексов (86 видов или 66,15%) и перидиней (42 вида или 32,31%). Остальные отделы включали в себя 2 вида, что составляло 1,54% от общего их числа (табл. I.1, приложение I.1).

Таблица I.1

Качественный состав фитопланктона в январе-феврале 1979 г.

Г р у п п ы	К-во родов	К-во видов и разнообразие.	%
Диатомей	25	86	66,15
Перидиней	11	42	32,31
Золотистые	1	1	0,77
Синезеленые	1	1	0,77
Всего	38	130	100,0

В группе диатомей своим разнообразием выделяются роды
Chaetoceros - 17 видов, *Rhizosolenia* - 11 видов,
Fragilaria - 9 видов, *Nitzschia* - 9 видов,
Coscinodiscus - 6 видов, *Astezomphalus* - 5 видов.

Выявлено, что количество видов диатомей изменялось на отдельных разрезах: в западной части, где исследования проводились в конце января - начале февраля, видовой состав был более бедным (35-36 видов), чем в восточной (69 видов), где сбор проб осуществлялся

в первую половину января. Указанные временные различия отразились на видовой структуре фитопланктонного сообщества. Вероятно, в восточной части фитоценоз находился на более ранних стадиях фитопланктонной сукцессии, о чем свидетельствует нахождение здесь и отсутствие на западных разрезах "весенней" формы -

Chaetoceros bulbosum (приложение I.1). В то же время фитопланктонное сообщество в целом испытывало тенденцию к затуханию развития, так как у некоторых диатомовых водорослей (*Cocconeis oerophorum*, *Rhizosolenia olata* f. *inezimis*...) происходило образование покоящихся спор, появлявшихся, как правило, в конце летнего вегетационного периода при ухудшении условий обитания.

В составе перидиней по количеству видов преобладали роды *Peridinium* - 12, *Oxytoxum* - 7, *Goniaulax* - 5, *Glenodinium* - 4, *Exuviaella* - 3. Большинство родов двух вышеуказанных отделов включали по одному или несколько видов (Приложение I.1). В отличие от диатомей и перидиней очень бедно были представлены золотистые и синезеленые водоросли, насчитывавшие только по одному виду (*Distephanus speculum* и *Oscillatoria* sp.).

При изучении количественного развития отдельных видов, родов и отделов фитопланктонного сообщества установлено, что в середине антарктического лета средняя численность и биомасса его были весьма высокими и соответственно равнялись 87 млн. кл/м³ и 673 мг/м³ в слое 0-100 м, что превышало среднегодовую биомассу планктонных водорослей для индоокеанского сектора Антарктики (между 60-90° в.д.), составляющую 636 мг/м³. Следует отметить, что в центральном районе индоокеанского сектора Антарктики (между 60-80° в.д.) средние вышеуказанные характеристики в тот же период (февраль 1979 г.) были более высокими, составляя соответственно 114,2 млн. кл/м³ и 1136,7 мг/м³ в слое 0-100 м (1). Таким образом, по совокупности гидробиологических и раннеотмеченных океанографических (термохалинной структуре) показателей (2) из двух обследованных районов более продуктивным являлся центральный (60-80° в.д.).

В январе-феврале 1979 г. в западном районе индоокеанского сектора Антарктики доминировали диатомовые водоросли, достигавшие 87% общей численности и 95% биомассы. Основу численности

Таблица 1.2

Изменение средней численности (млн.кл/м³ в слое 0-100 м) и биомассы (мг/м³) фитопланктона зонально в январе-феврале 1979 г.

Группы	Долгота								средняя	%
	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°			
	Ч и с л о н н о с т ь									
Диатомей	43,25	63,40	98,13	105,34	65,34	71,39	82,96	75,69	87,02	
Перидиней	1,96	1,93	3,71	5,51	4,04	26,23	5,39	6,97	8,01	
Золотистые	0,60	1,03	0,43	0,57	0,37	0,56	1,37	0,70	0,80	
Синезеленые	1,20	-	1,89	6,70	0,67	8,77	2,14	3,05	3,51	
Прочие	0,06	0,26	0,40	0,30	0,20	2,01	0,77	0,57	0,66	
Всего	47,07	66,62	104,56	118,42	70,62	108,96	92,63	86,98	100,00	
	Б и о м а с с а									
Диатомей	560,89	424,7	748,18	620,70	522,50	670,89	935,4	640,47	95,18	
Перидиней	19,7	23,09	29,26	23,11	25,02	52,98	31,25	29,20	4,34	
Золотистые	1,40	2,41	1,0	1,32	0,85	1,30	3,19	1,64	0,24	
Синезеленые	0,49	-	0,76	2,83	0,27	3,69	0,86	1,27	0,19	
Прочие	0,17	0,26	0,26	0,22	0,12	0,97	0,4	0,34	0,05	
Всего	582,65	450,46	779,46	648,18	548,76	729,83	971,1	672,92	100,00	

(71%) диатомовых водорослей составлял комплекс антарктических и субантарктических видов: *Nitzschia barkleyi*, *Fragilariopsis antarctica*, *Fragilariopsis zombica*, *Dactyliosolen antarctica*, *Thalassiosira gracilis* а биомассы (81%) - *Thalassiothrix antarctica*, *Dactyliosolen antarctica*, *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, *Rhizosolenia alata* f. *inermis*, *Cocconeis criophilum*, *Fragilariopsis antarctica*, *Fragilariopsis zombica*, *Cocconeidiscus* sp., *Nitzschia barkleyi* (приложение I.1).

Анализ меридионального изменения количества фитопланктона позволил выяснить, что в направлении от 60° ю.ш. вплоть до южной границы зоны антарктической дивергенции, проходящей по 64° ю.ш. (2, 4), происходило увеличение его численности и биомассы. Затем следовал спад в развитии фитопланктона и только у самой кромки льда происходило небольшое очередное увеличение количественного развития растительного планктона (табл. I.3).

Наиболее вероятной причиной уменьшения фитопланктона (в основном диатомового) южнее зоны антарктической дивергенции является опускание вод (2), способствующее переносу растительных клеток в более глубокие слои. Перидиниевые, синезеленые и кремнегутьиновые водоросли наиболее массовыми были между 60-62° ю.ш. В зоне антарктической дивергенции и южнее ее они вегетировали слабее, за исключением кремнегутьиновых, содержание которых вблизи кромки льдов вновь увеличивалось (табл. I.3).

Наблюдалось различие в количественном развитии фитопланктона в обследованном районе при рассмотрении его в зональном плане. При существующей тенденции увеличения количества фитопланктона в направлении с запада на восток, отмечаемой и ранее (3), происходило чередование продуктивных и менее богатых участков. Максимальная численность и биомасса всего фитопланктона и диатомей зарегистрированы на меридиональных разрезах по 40°, 45°, 55° и 60° в.д. (табл. I.2). В отличие от диатомей, перидиниевые и золотистые водоросли наиболее интенсивно вегетировали в восточной части района - на 55 и 60° в.д. (табл. I.2). Однако представители отдельных видов и родов, относящихся к трем вышеуказанным группам, имели особенности в своем распределе-

Таблица 1.3

Изменение средней численности (млн.кл/м³ в слое 0-100 м) и биомассы (мг/м³) фитопланктона меридионально в январе-феврале 1979 г.

группы	широта 60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	средняя
Ч и с л е н н о с т ь								
Диатомей	74,59	68,88	74,36	90,00	89,72	57,40	74,38	75,62
Перидиней	2,87	3,41	26,89	3,94	3,98	3,40	3,82	6,90
Золотистые	0,41	0,75	0,87	0,70	0,54	0,51	1,27	0,72
Синезеленые	4,64	4,24	5,19	0,86	2,14	1,56	2,72	3,05
Прочие	0,36	0,80	0,40	1,20	0,18	0,52	0,62	0,58
Всего	82,87	78,08	107,71	96,70	96,56	63,39	82,81	86,87
Б и о м а с с а								
Диатомей	640,66	566,55	623,47	760,9	722,15	473,50	695,60	640,40
Перидиней	16,56	30,21	61,63	23,81	32,05	19,46	18,84	28,94
Золотистые	0,99	1,74	2,03	1,61	1,25	1,18	2,92	1,67
Синезеленые	2,07	1,70	2,09	0,46	0,86	0,63	0,95	1,25
Прочие	0,33	0,42	0,39	0,23	0,14	0,4	0,56	0,35
Всего	660,61	600,62	689,61	787,01	756,45	495,17	718,87	672,61

нии. Так у представителей родов *Rhizosolenia*, *Dactyliosolen*, *Chaetoceros*, *Eucampia*, *Limo-*
phora, *Exuviaella*, *Distephanus* наибольшая численность и биомасса
отмечалась на разрезах 45-60⁰ в.д., а у *Coethron*,
Proocentrum, *Thalassiothrix*, *Actinocyclus*
на 30-45⁰ в.д. Виды родов *Thalassiosira*, *Fragilariop-*
sis, *Nitzschia* - наиболее массовыми были на 35-50⁰ в.д.
(табл. I.4, I.5, приложение I.1).

На основании материалов, собранных в пределах вегетацион-
ного сезона (январе и феврале) 1979 г. на разрезе по 60⁰ в.д.,
сделана попытка выявить изменчивость состояния фитопланктонного
сообщества, а также представить в первом приближении развитие
стадий фитопланктонной сукцессии. С этой целью была составлена
таблица изменений численности и биомассы фитопланктона по каж-
дому месяцу и вычислен средний объем растительной клетки
(табл. I.6).

Анализ изменения фитопланктонного сообщества показал, что
в исследованном районе в течение вегетационного сезона наблюда-
ются последовательные изменения его уровня развития, обусловлен-
ные динамикой водных масс, уменьшением солнечной радиации и по-
нижением температуры воды, вызывающей льдообразование. В первой
десятидневке января на разрезе по 60⁰ в.д. фитопланктонное сооб-
щество находилось на различных стадиях сукцессии. Вблизи кромки
плавающих льдов, где поверхностная температура "молодой" воды
равнялась 0,5⁰С, а содержание кремниевой кислоты и фосфатов достигало
соответственно 66 и 2,13 мг. ат/л, происходило интенсивное раз-
витие фитопланктона, биомасса которого составляла 1364 мг/м³.
Численность планктонных водорослей не превышала 50 млн. кл/м³.
Объем клетки был высоким - 29 мкм³ (табл. I.6). По нашему мнению,
фитопланктонное сообщество характеризовалось одной из начальных
стадий сукцессии. Севернее сукцессия сообщества находилась на
более поздних стадиях развития: уменьшилась биомасса фитопланк-
тона, снизился средний объем растительной клетки. Исключение
составляли станции, расположенные в зоне антарктической дивер-
генции, где вышеуказанные характеристики были достаточно высо-
кими и, соответственно, фитопланктонная сукцессия находилась,

Таблица 1.4

Наименование средней численности отдельных родов фитопланктона (млн. вл/м³ в слое 0-100 м) зонально в январе - феврале 1979 г.

Долгота Наименование родов	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	средняя числен- ность
<i>Thalassiosira</i>	2,97	6,57	5,32	6,17	5,53	4,06	5,23	5,26
<i>Coscinodiscus</i>	0,23	0,4	0,69	0,83	0,53	0,51	0,94	0,59
<i>Chlorocytis</i>	-	0,03	-	-	-	-	-	0,004
<i>Asteromphalus</i>	0,63	0,97	1,57	2,07	1,29	1,0	2,31	1,41
<i>Actinocyclus</i>	0,09	0,09	0,03	-	-	-	-	0,03
<i>Cocconeis</i>	1,57	1,49	1,89	2,03	1,03	0,72	1,0	1,39
<i>Dactylosolen</i>	4,31	0,31	2,97	7,2	6,5	9,01	9,49	5,68
<i>Leptocylindrus</i>	-	-	-	-	-	0,08	-	0,01
<i>Rhizosolenia</i>	1,13	0,92	2,32	2,02	2,5	4,14	3,38	2,34
<i>Chaetoceros</i>	1,66	1,24	5,41	8,87	6,82	12,08	10,53	6,66
<i>Eucampia</i>	-	-	-	-	0,07	0,02	0,14	0,03
<i>Ceratium</i>	-	-	-	-	-	0,09	-	0,01
<i>Liomphora</i>	-	-	-	0,03	-	0,03	0,03	0,01
<i>Fragilaria</i>	13,51	33,98	40,2	48,5	22,5	23,48	29,27	30,21
<i>Synedra</i>	-	-	0,06	0,03	0,07	0,13	0,03	0,05
<i>Thalassiothrix</i>	2,83	1,89	1,97	0,73	0,43	0,83	1,31	1,43
<i>Navicula</i>	0,2	0,74	0,8	1,13	0,8	1,18	1,69	0,93
<i>Achnanthes</i>	-	-	2,57	-	-	-	-	0,37
<i>Pleurosigma</i>	0,09	-	0,06	0,27	-	-	-	0,06
<i>Tropidoneis</i>	0,09	0,14	0,31	0,33	0,17	0,103	0,29	0,205
<i>Chunella</i>	0,34	0,43	0,4	0,19	0,07	0,07	0,12	0,23

<i>Pseudomphiproza</i>	-	-	-	-	-	0,01	-	0,001
<i>Amphiproza</i>	-	-	-	-	-	0,03	-	0,004
<i>Amphora</i>	0,12	0,11	0,11	0,37	-	0,41	0,14	0,18
<i>Nitzschia</i>	13,48	14,09	31,45	24,57	16,03	13,41	17,06	18,58
<i>Exuviaella</i>	0,74	0,63	2,17	4,03	2,53	24,49	3,0	5,37
<i>Procoentzum</i>	0,11	0,09	0,11	0,03	0,03	0,06	0,11	0,08
<i>Phalacrozoma</i>	-	-	-	0,03	-	-	-	0,004
<i>Dinophysis</i>	0,09	0,11	0,06	-	-	0,02	0,06	0,05
<i>Gymnodinium</i>	0,49	0,43	0,4	0,83	0,63	0,92	1,66	0,77
<i>Byrodinium</i>	0,12	0,12	0,09	0,1	0,03	0,02	0,03	6,07
<i>Glenodinium</i>	-	-	0,03	0,03	0,07	0,064	-	0,03
<i>Peridinium</i>	0,18	0,37	0,38	0,23	0,49	0,3	0,32	0,32
<i>Goniaulax</i>	0,12	0,15	0,24	0,06	0,13	0,34	0,03	0,15
<i>Ceratium</i>	-	-	0,03	-	-	0,02	0,09	0,02
<i>Oxytoxum</i>	0,11	0,03	0,2	0,17	0,13	-	0,09	0,1
<i>Distephanus</i>	0,6	1,03	0,43	0,57	0,37	0,56	1,37	0,7
<i>Cyanoophyta</i>	1,2	-	1,89	6,7	0,67	8,77	2,14	3,05
Итого	0,06	0,26	0,4	0,3	0,2	2,01	0,77	0,57

Таблица 1.5

Изменение средней биомассы отдельных родов фитопланктона (мг/м³) в слое 0-100 м зонально в январе-феврале 1979 г.

Долгота Наименование родов	30 ⁰	35 ⁰	40 ⁰	45 ⁰	50 ⁰	55 ⁰	60 ⁰	Средняя биомасса
<i>Thalassiosira</i>	6,94	14,01	12,4	9,3	11,88	4,11	7,06	9,39
<i>Rosalindella</i>	22,46	37,28	69,74	34,57	57,38	35,61	74,54	47,37
<i>Chaetocia</i>	-	0,83	-	-	-	-	-	0,12
<i>Asteromphalus</i>	6,69	15,18	48,47	21,79	24,72	19,87	21,06	22,54
<i>Actinocyclus</i>	0,77	2,16	0,26	-	-	-	-	0,46
<i>Cocconeis</i>	35,67	41,74	42,39	39,63	30,37	20,61	47,54	36,85
<i>Dactyliosolen</i>	67,43	2,76	93,36	157,73	153,07	213,29	210,06	128,24
<i>Leptocylindrus</i>	-	-	-	-	-	0,18	-	0,03
<i>Rhizosolenia</i>	87,25	78,98	174,92	117,7	103,71	175,12	320,98	151,24
<i>Chaetoceros</i>	4,04	5,0	16,84	25,57	19,1	23,48	20,65	16,38
<i>Eucampia</i>	-	-	-	-	1,73	0,07	1,52	0,47
<i>Ceratium</i>	-	-	-	-	-	0,86	-	0,12
<i>Leptothoe</i>	-	-	-	0,13	-	0,08	0,11	0,05
<i>Fragilaria</i>	26,2	58,51	74,78	83,12	39,28	41,31	46,58	52,83
<i>Synedra</i>	-	-	5,33	1,25	13,8	31,4	3,43	7,89
<i>Thalassiothrix</i>	282,07	146,81	147,8	79,81	43,65	84,03	142,39	132,37
<i>Navicula</i>	0,6	2,2	2,49	4,85	2,44	3,06	4,28	2,85
<i>Schnautia</i>	-	-	11,51	-	-	-	-	1,64
<i>Pleurosigma</i>	0,42	-	0,97	1,87	-	-	-	0,47
<i>Tropidoneis</i>	4,04	2,91	12,7	20,93	4,63	1,6	13,83	8,66

<i>Chuniella</i>	4,23	5,63	4,16	2,18	1,13	1,05	4,73	3,3
<i>Pseudoamphipzoa</i>	-	-	-	-	-	0,04	-	0,006
<i>Amphipzoa</i>	-	-	-	-	-	0,21	-	0,03
<i>Amphora</i>	0,26	0,23	0,23	0,45	-	0,82	0,26	0,32
<i>Nitzschia</i>	11,82	10,47	29,83	19,82	15,61	14,091	16,38	16,86
<i>Exuviaella</i>	2,76	1,92	4,9	11,03	5,72	38,67	8,46	10,49
<i>Prozoentrum</i>	1,6	1,2	1,6	0,47	0,47	0,81	1,6	1,11
<i>Phalacrocoma</i>	-	-	-	0,5	-	-	-	0,07
<i>Dinophysis</i>	2,14	3,2	2,57	-	-	0,37	1,77	1,44
<i>Cymodinium</i>	3,34	1,51	3,21	2,78	3,05	3,48	5,54	3,27
<i>Cyrodinium</i>	6,91	6,63	5,26	3,13	1,13	1,1	1,66	3,69
<i>Clenodinium</i>	-	-	0,49	0,4	0,22	0,13	-	0,18
<i>Peridinium</i>	1,88	5,13	4,2	3,93	11,43	2,9	3,63	4,73
<i>Bonniella</i>	0,6	3,37	5,1	0,3	2,67	4,98	0,03	2,44
<i>Ceratium</i>	-	-	1,1	-	-	0,54	8,29	1,42
<i>Oxytoxum</i>	0,47	0,13	0,82	0,57	0,33	-	0,27	0,37
<i>Distephanus</i>	1,4	2,41	1,0	1,32	0,85	1,3	3,19	1,64
<i>Cyanophyta</i>	0,49	-	0,76	2,83	0,27	3,69	0,86	1,27
Прочие	0,17	0,26	0,26	-	0,12	0,97	0,4	0,34

Таблица 1.6

Изменение численности (млн.кл/м³ в слое 0-100 м), биомассы (мг/м³), среднего объема клетки (мкм³) фитопланктона, содержания фосфатов в поверхностном слое (мг.ат/л), кремниевой кислоты (мг.ат/л) и поверхностной температуры на разрезе по 60° в.д. в январе-феврале 1979 г.

ши- ро- та	8-10 января 1979 г.						8-11 февраля 1979 г.					
	числен- ность	биомасса	объем клетки	P-PO ₄	Si	T ⁰ , C	числен- ность	биомасса	объем клетки	P-PO ₄	Si	T ⁰ , C
60 ⁰	77,2	544,1	7	2,45	43	0,79	77,6	540,6	7	1,74	29	2,02
61 ⁰	101,2	565,0	6	2,52	41	0,64	86,6	597,0	7	1,81	32	1,54
62 ⁰	180,2	1461,7	8	2,45	60	0,47	77,9	501,2	6	1,71	35	1,26
63 ⁰	121,8	1327,4	9	2,20	47	0,42	58,6	606,7	10	1,52	34	1,24
64 ⁰	75,8	864,7	11	2,03	59	0,27	84,6	654,1	8	1,61	42	0,92
65 ⁰	48,0	673,7	7	2,20	58	0,39	67,4	331,2	5	1,68	40	0,70
66 ⁰	47,6	1364,2	29	2,13	66	0,50	41,5	808,8	19	1,74	51	-0,02
67 ⁰	-	-	-	-	-	-	142,2	1950,3	14	1,87	65	-0,56

как и у кромки льда на начальных стадиях (табл. I.6). Самой высокой зрелости фитопланктонное сообщество достигло на 60-61 ю.ш., где стабилизация океанографических условий (поверхностная температура равнялась 0,64-0,79°C; $P-PO_4$ - 2,45-2,52; Si - 41-43 мг.ат/л) свидетельствовала о том, что воды этого района можно условно отнести к категории "старых" вод. Фитопланктон на этих станциях имел минимальный средний объем клетки (6-7 мкм³). Низкой была и его биомасса (табл. I.6).

В начале февраля в фитопланктонном сообществе произошли незначительные изменения, связанные с соответствующими изменениями океанографического режима. На северных станциях разреза, где наблюдались более прогретые воды (1,54-2,02°C), а концентрации фосфатов (1,74-1,81 мг.ат/л) и кремниевой кислоты (29-32 мг.ат/л) понизились, уровень развития растительного планктона и средний объем его клетки не изменился по сравнению с январем (табл. I.6). Фитопланктонное сообщество, очевидно, находилось на стадии высокой зрелости. В зоне антарктической дивергенции от января к февралю отмечалось снижение количественного развития фитопланктона, однако средний объем клетки практически не изменился. Океанографические условия характеризовались повышением поверхностной температуры (от 0,42-0,47°C в январе до 1,24-1,26°C в феврале) и понижением содержания питательных солей (Si - от 40-60 до 34-35 мг.ат/л; $P-PO_4$ - от 2,20-2,45 до 1,52-1,71 мг.ат/л). Сукцессия растительного планктона находилась на более поздней стадии развития, чем в январе. На южных станциях в первой декаде февраля кромка плавучих льдов сдвинулась южнее 67 ю.ш. Летний прогресс здесь отсутствовал и значения температуры были отрицательными (-0,2-0,56°C). Содержание кремниевой кислоты не изменилось (66 в январе и 65 мг.ат/л в феврале), а фосфатов - снизилось (2,13 в январе и 1,87 мг.ат/л в феврале). Уровень развития фитопланктона был высоким; биомасса достигала 1950 мг/м³, а численность - 142 млн.кл/м³ (табл. I.6). Размерный состав растительного планктона уменьшился (объем клетки равнялся 14-19 мкм³). То есть во второй половине вегетационного периода у кромки плавучих льдов фитопланктонная сукцессия находилась, как и в предшествующий месяц, на начальных стадиях развития.

Таким образом, в индоокеанском секторе Антарктики (разрез по 60° в.д.) наблюдается одна фитопланктонная сукцессия, причем на разных широтах стадии ее развития были неодинаковыми. В зоне антарктической дивергенции, где отмечался подъем вод, а особенно вблизи кромки плавающих льдов или материка — в "молодых" водах фитопланктонное сообщество находилось на ранних стадиях сукцессии. Севернее — на более поздних стадиях развития. Высокой зрелости сообщество достигает на 60-61° ю.ш.

Распределение фитопланктона в 100-метровой толще воды в обследованном районе рассмотрено нами на примере меридионального разреза по 55° в.д., пересекающего центры обширного антициклонического и небольшого циклонического круговоротов. Зона антарктической дивергенции (АД) на данном разрезе была выражена слабо по причине отсутствия обширной циклонической завихренности (4). Динамика вод и наличие сезонного термоклина, располагающегося на глубине 50 м, оказывали существенное влияние на характер вертикального распределения растительного планктона, основная масса которого сосредотачивалась, как правило, в верхнем 50-метровом слое (рис. I.1). Характерным являлось образование на горизонтах 10 и 50 метров "ядер" численности и биомассы фитопланктона, состоящих из диатомовых (видов рода *Dactyliosolen*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix*) и перидиниевых (*Exuviaella cordata*) водорослей. Самое плотное "ядро" на глубине 50 м (более 500 млн. кл и 2000 мг/м³) зафиксировано на 62° ю.ш. — в зоне с циклонической завихренностью вод. Большие (более 1000 мг/м³) локальные скопления фитопланктона в слое 0-50 м прослеживались в области антициклонического круговорота на 64° ю.ш. Наиболее равномерно был распределен фитопланктон по вертикали на самой морской станции (по 60° ю.ш.), расположенный на периферии области антициклонической циркуляции, где растительные клетки выносились глубже обычного термоклина (рис. I.1).

Полученная нами картина вертикального профиля перидиниевых водорослей слабо согласуется с глубиной залегания температурного скачка. На всех станциях разреза по 55° в.д. вертикальное распределение численности и биомассы перидиний было сравнительно равномерным, за исключением станции на 62° ю.ш., на которой ниже слоя температурного скачка (50 м) — в водах с отрицательной температурой (-0,15°С), отмечалось необычайно интенсивное развитие *Exuviaella cordata* (рис. I.2). В таких огром-

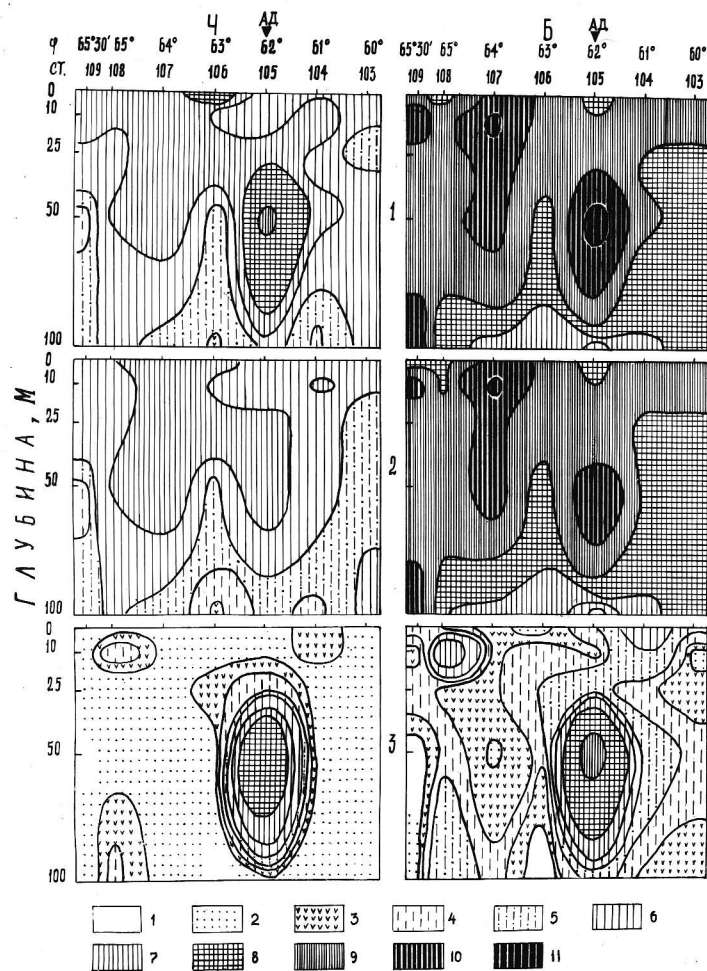


Рис.1.1. Вертикальное распределение численности (Ч) и биомассы (Б) всего диатомового планктона (1), диатомей (2) и перифитной (3) на 55° в.д. 11-14 января 1979 г.

1- нет организмов; 2- 2-5; 3- 5-10; 4- 10-20; 5- 20-50;
 6- 50-100; 7- 100-200; 8- 200-500; 9- 500-1000;
 10- 1000-2000; 11- > 2000 млн. кл/м³ или мг/м³.

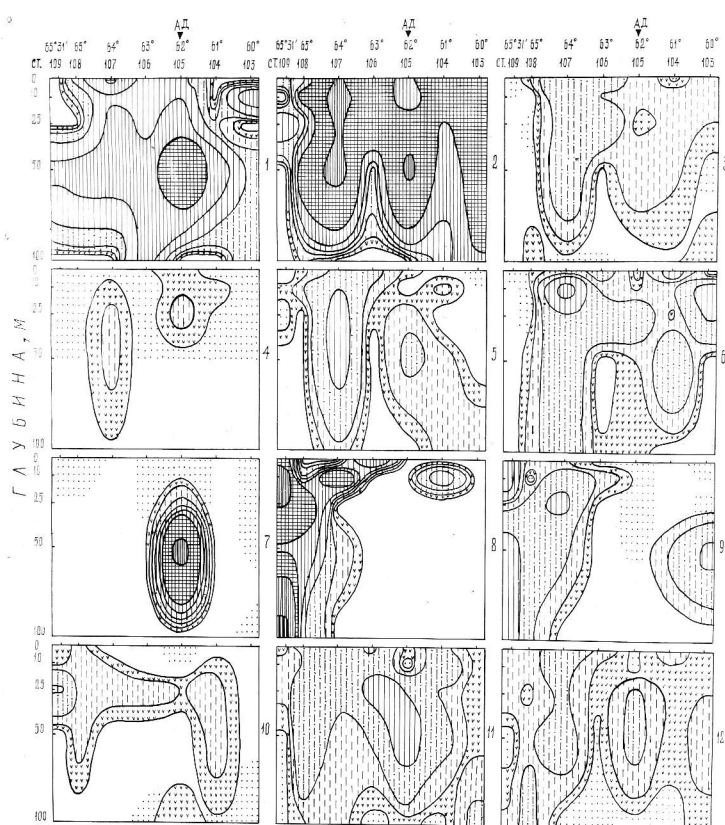


Рис.1.2. Вертикальное распределение биомассы наиболее массовых видов фитопланктона: 1 - *Thalassiothrix antarctica*; 2 - *Dactyliosolen antarctica*; 3 - *Fragilariopsis antarctica*; 4 - *Chaetoceros dichæta*; 5 - *Rhizosolenia antarctica*; 6 - *Rh. chunii*; 7 - *Exuviaella cordata*; 8 - *Rh. hebetata* f. *semispina*; 9 - *Coetoceros criophilum*; 10 - *Ch. criophilum*; 11 - *Frag. rhombica*; 12 - *Nitzschia bakleyi*.
Обозначения см. на рис. 1.1.

ных количествах эта водоросль ранее нами не встречалась, однако перидиней из рода *Coelastrum* образовывали в предшествующие годы мощные "ядра" с биомассой, превышающей 500-1000 мг/м³ на глубине 50-100 м по 75 меридиану на 60 и 63° ю.ш. (1).

Таким образом, на разрезе по 55° в.д. в январе 1979 г. фитопланктон, как правило, сосредотачивался в слое 0-50 м — над слоем летнего пикноклина, причем наибольшие концентрации как диатомей, так и перидиней наблюдались на горизонте 50 и 10 м. Вблизи плавающих льдов, где значения температуры были отрицательными, планктонные водоросли проникали глубже сезонного термоклина.

В январе-феврале 1979 г. численность фитопланктона на изученной акватории колебалась в пределах 24,0-273,4 млн. кл/м³, а биомасса — 180-1462 мг/м³ в слое 0-100 м (рис. 1.3, 1.4). Максимальные концентрации фитопланктона в целом и диатомовых водорослей (более 1000 мг/м³) были приурочены к зонам с преобладающей циклонической завихренностью, наблюдаемой на 60, 55, 40 и 30° в.д. — севернее 64° ю.ш. (5). Причем в некоторых случаях повышенные биомассы водорослей отмечались на периферии циклонических и антициклонических круговоротов (40° в.д. — 64° ю.ш.; 60° в.д. — 63° ю.ш.), а в других — в центре циклонической завихренности (30° в.д. — 63° ю.ш.; 55° в.д. — 62° ю.ш.). Характерно, что в летний период 1972-1973 гг. наиболее плотные скопления фитопланктона встречались севернее 62° ю.ш. Здесь поток вод сильно шендировал, образуя изгибы течений с антициклоническим характером движения (3). Менее продуктивные участки располагались южнее 62° ю.ш., где система течений состояла из двух мощных циклонических вихрей, между которыми располагалась область с антициклоническим движением вод. Очевидно интенсивный подъем глубинных вод и усиленная вертикальная циркуляция обусловила бедность этого района растительным планктоном. Подобную картину в 1956-1957 гг. в этом районе наблюдал К.В. Беклемишев (6). В летний период 1979 г. в исследованном районе зафиксирована более сложная система циркуляции, состоящая из множества чередующихся циклонических и антициклонических вихрей, причем интенсивное развитие фитопланктона происходило не только во фронтальных участках, а также в центре циклонических круговоротов, где, вероятно, подъем вод был слабым.

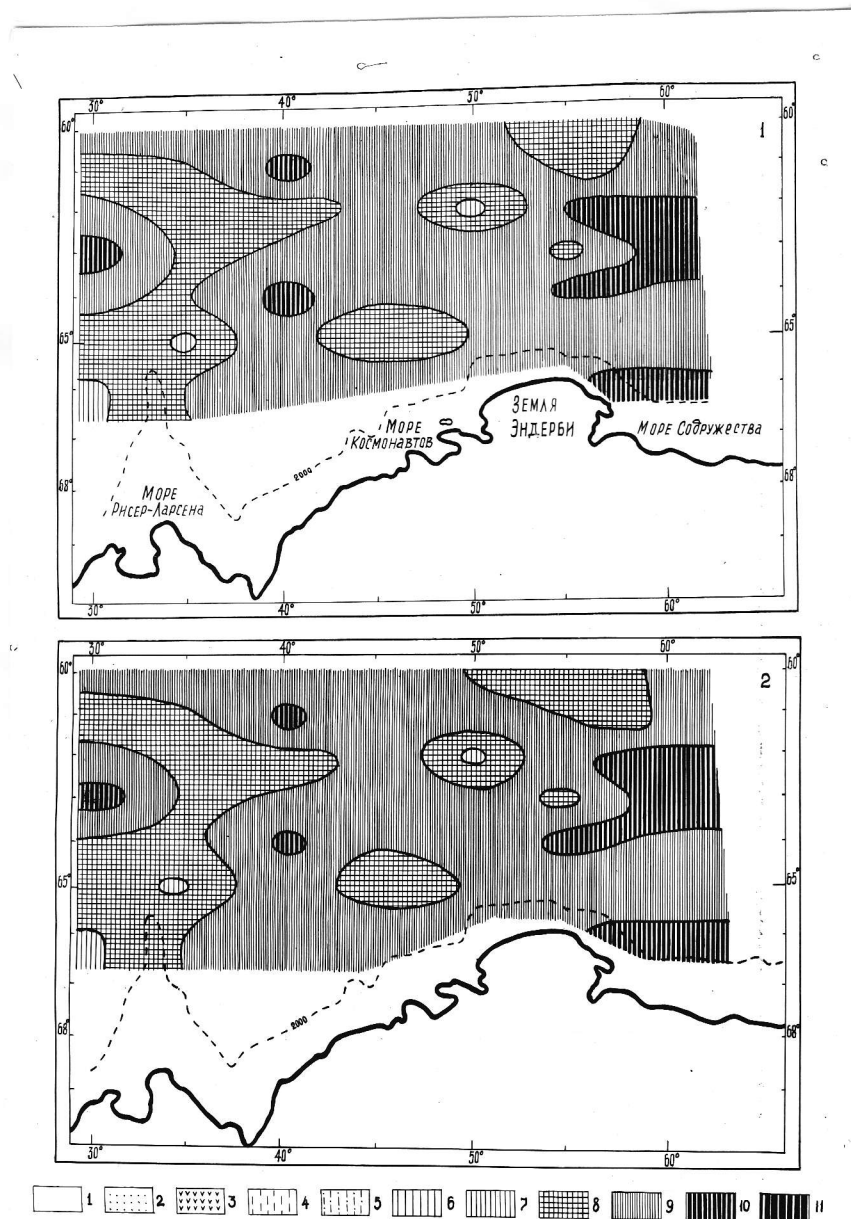


Рис.1.3. Горизонтальное распределение биомассы (мг/м^3 в слое 0-100 м) суммарного фитопланктона (1) и диатомей (2) в январе-феврале 1979 г.

Обозначения см. на рис. 1.1

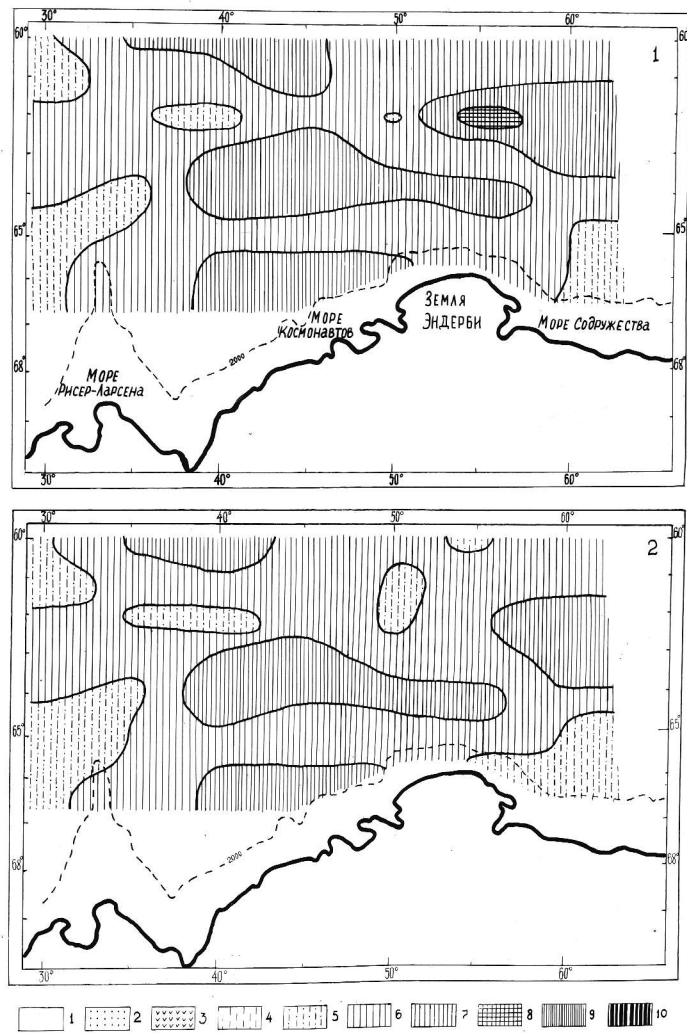


Рис. 1.4. Горизонтальное распределение численности (млн. кл./м³) суммарного фитопланктона (1) и диатомей (2) в январе-феврале 1979 г.

Обозначения см. на рис. 1.1.

Сравнительно низкая биомасса растительного планктона в январе-феврале 1979 г. прослеживалась в юго-западной части исследованного района, где наблюдались ламинарные потоки, а также в центрах антициклонических круговоротов, расположенных в областях с координатами 50° в.д. - 62° ю.ш. и 55° в.д. - 63° ю.ш. (рис. 1.3). Основной особенностью распределения биомассы фитопланктона в районе южнее 65° ю.ш., вдоль кромки плавучих льдов являлось постепенное возрастание ее величины с запада на восток. Максимальных значений (1364 мг/м^3) она достигала восточнее Земли Эндерби, а минимальных (198 мг/м^3) - в прямолинейных потоках на юго-западе (1, 3). Разный уровень развития фитопланктона вблизи кромки плавучих льдов объясняется не только циркуляцией водных масс, но и завершением вегетационного цикла на юго-западе, где наблюдения проводились в конце летнего сезона.

Следует отметить, что пространственное распределение общей численности всего фитопланктона и диатомей существенно не отличалось от распределения биомассы. Максимум численности фитопланктона, как и биомассы, был приурочен к зонам с преобладающей циклонической завихренностью (рис. 1.4). Различия в распределении этих характеристик наблюдались южнее 65° ю.ш. Здесь высокая концентрация ($109-163 \text{ млн. кл/м}^3$) растительных клеток создавалась за счет диатомей *Nitzschia barclayi*, *Fragilariopsis antarctica*, *Fragilariopsis rhombica*, *Achnanthes brevipes* и др. Минимальное количество планктонных водорослей зафиксировано восточнее Земли Эндерби, где преобладали крупные диатомей *Rhizosolenia hvetata forma semispina*, *Coccolithus eieophilum*, создавшие большую биомассу (1320 мг/м^3) при низкой численности - 48 млн. кл/м^3 (рис. 1.3; 1.4).

Горизонтальное распределение перидиневых водорослей было также связано с циркуляцией вод, хотя эта связь не везде проявлялась так четко, как у диатомей. В период исследований численность этих водорослей изменялась в широких пределах: от 0,8 до $164,8 \text{ млн. кл/м}^3$, а биомасса - от 1,5 до $268,8 \text{ мг/м}^3$ в слое 0-100 м. Наибольшее количество перидиней зарегистрировано в северо-восточной части - в зоне небольшого циклонического круговорота, где происходило интенсивное развитие *Exuviaella cordata*, концентрирующейся на глубине 50 м (420 млн. кл/м^3 и 630 мг/м^3). На большей части исследованного района перидиней были немногочисленны.

численными; численность и биомасса их не превышали 14 млн. кл./м³ и 50 мг/м³ (рис.1.5).

Среди отдельных видов водорослей было выделено несколько типов распределения в 100-метровом слое. Одна группа наибольшие концентрации образовывала между 60-64° ю.ш. в верхнем 50-метровом слое воды с температурой 0,37-1,25°C. К числу этих видов относились *Thalassiothrix antarctica*, *Dactylosolen antarctica*, *Fragilariopsis antarctica*, *Chaetoceros dichroeta*, *Rhizosolenia chinii*, *Rhizosolenia antarctica*, *Chaetoceros cordata* (рис.1.2). Другая группа видов - *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, *Cocconeis eziophilum*, *Chaetoceros eziophilum* была многочисленной в нижней части разреза (между 66-65° ю.ш.), где слой летнего прогрева отсутствовал. Максимум их биомассы наблюдался в основном также в слое 0-50 м. Исключение составляла *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina*, образующая плотное "ядро" (более 1000 мг/м³) на глубине 100 м при температуре -1,8°C. И, наконец, зарегистрированы виды, имеющие высокие биомассы как в зоне летнего прогрева, так и на тех широтах, где он не отмечался. Эта группа включала виды *Nitzschia Barkleyi*, *Fragilariopsis zelandica* (рис.1.2).

Таким образом, в январе-феврале 1979 г. пространственное распределение всего фитопланктона, диатомей и перидиней было пятнистым, что, по нашему мнению, обусловлено сложной динамикой вод - существованием в синоптические сроки локальных круговоротов разного направления и различием сезонного состояния планктонных водорослей. На разрезе по 55° ю.ш. выделены три группы видов фитопланктона из которых одни образовывали максимум биомассы в водах с отрицательными (-0,36-0,46°C), а другие - с положительными (0,37-1,25°C) температурами. Некоторые же виды могут образовывать плотные скопления как в слое летнего прогрева, так и у самой кромки льда при отрицательных значениях температуры.

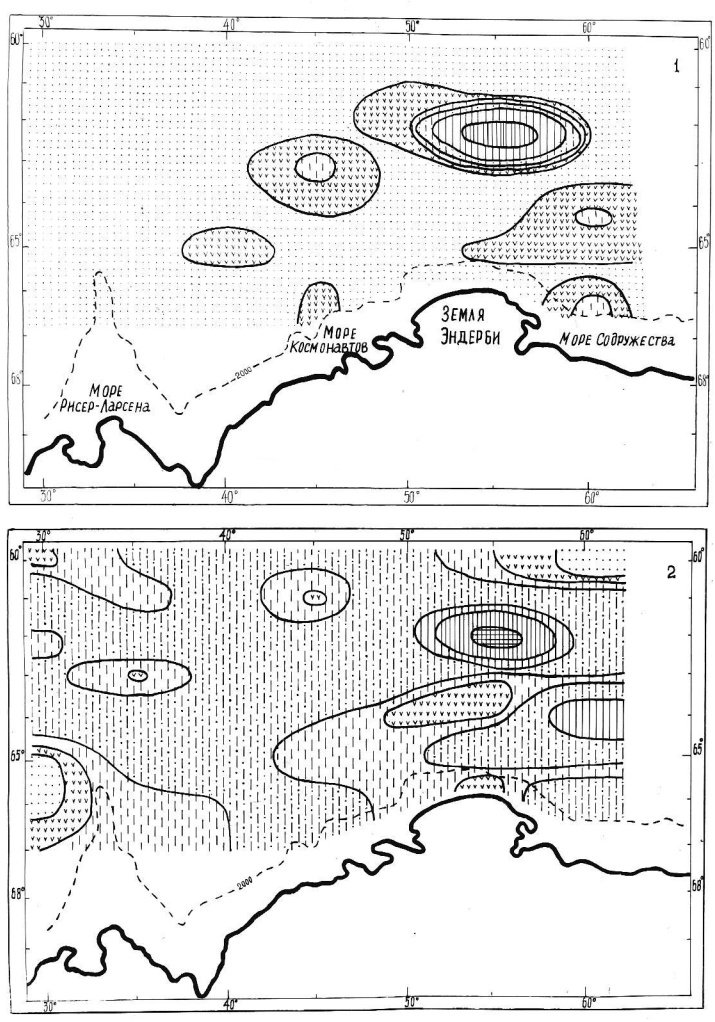


Рис.1.5. Горизонтальное распределение численности (1; млн.кл./м³ в слое 0-100 м) и биомассы (2; мг/м³) поперечной в январе-феврале 1979 г.
Обозначения см. на рис. 1.1.

2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, ОЦЕНКА ЗАПАСОВ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫСЛА КРИЛЯ (*Euphausia superba* Dana) в АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Исследования биологии и распределения антарктического криля (*Euphausia superba* Dana) имеют более чем вековую историю. Однако первое наиболее полное представление об этом объекте сформировалось по результатам работы английской антарктической экспедиции "Дискавери" в 1926-1937 и в 1950-е годы. Основные результаты исследований криля в этой экспедиции изложены в трудах Баргман (7, 8), Фрезера (9) и в сводной работе Марра (10). Последняя по существу подводит итог исследованиям криля в вышеуказанной экспедиции. Получены данные о развитии и росте криля, морфологии и экологии его личинок, их распределении, сведения о распределении взрослого криля и плотности его скоплений по ловам планктонной сетью. На основании анализа и обобщения этих данных впервые представлена схема жизненного цикла криля (10). Согласно этой схеме отложенная икра криля погружается на глубину и в процессе развития икра и вылупившиеся личинки переносятся глубинным течением к югу, к материкам, где происходит их "подъем с развитием". О возможном нересте криля подо льдом и о встречаемости вблизи льда только его молоди отмечено в работе Рудда (11). В дальнейшем жизнь криля протекает в поверхностном слое вод, переносимых в северном и северо-восточном направлениях. Подобная схема существования планктона в пространстве для антарктической зоны описана Макинтошем (12). При этом, как отмечает Марр, является неясным, происходит ли нерест криля только в неритической зоне, либо он имеет место и в океанической, значительно удаленной от берега. Больших концентраций икры в толще воды автором не обнаружено, в связи с чем предполагается, что нерест животных может происходить на больших глубинах. Поскольку икра из-за своего высокого остаточного веса сравнительно быстро погружается в воде, предполагается, что в случаях нереста над шельфом ее инкубация завершается на дне. Ареал криля на севере ограничен зоной антарктической конвергенции (12, 10), по данным уловов планктонной сетью распределение животных в пространстве неравномерно (10); для вида характерно образование стай; причем предполагается, что

последние формируются на личиночных стадиях развития и остаются относительно постоянными в течение длительного времени. Переносимые течениями рачки могут механически накапливаться в зонах их замедления и особенно в участках завихрений (11, 10). Средняя плотность скоплений криля по уловам планктонной сетью в море Уэдделла может достигать более 29 г/м^3 (10).

В дальнейшем исследования криля интенсифицировались в связи с развитием советского китобойного промысла (с 1947 г.), а также в связи с реализацией программы Международного Геофизического Года (МГГ) (1955-1959 гг.). С 1962 г. исследования криля приобрели самостоятельное значение, поскольку он стал одним из важных объектов промысла в антарктической зоне. Приоритет в этих исследованиях принадлежит советским ученым (13). Среди комплекса работ, проведенных в советских антарктических экспедициях (Атлантиро и ВНИРО Минрыбхоза СССР) в 60-е годы, важное место занимали вопросы распределения, биологии, оценки запасов и техники лова криля. Следует отметить, что все эти работы были сосредоточены в атлантическом секторе Южного океана, главным образом в западной его части - в море Скотия и сопредельных водах.

Относительно сроков жизненного цикла криля были получены прямые и косвенные данные, подтверждающие предположение Марра о раздельном существовании личинок и взрослых животных (14, 15, 16). Перест животных при этом может происходить в любом районе Антарктики (17, 18). Вместе с тем, обратив внимание на выраженную асимметрию природной Марром карты количественного распределения личинок криля - их обилие в атлантическом секторе Антарктики и незначительное количество в индо- и тихоокеанском, Н.М.Воронина (19, 20) высказала предположение, что успешное размножение криля в первом может быть объяснено особенностью вертикальной структуры вод - неглубоким (выше 1800 м) расположением плотных трансформированных шельфовых вод в результате циклонической циркуляции в районе моря Уэдделла. Эти воды препятствуют погружению икры на большие глубины, откуда непитающиеся личинки не способны подняться в слой фотосинтеза. Удерживание же личинок на экватории сектора происходит циркуляциями прибрежного Антарктического течения и вод моря Уэдделла. Рассеяние части популяции криля на

просторах Антарктики способствует движение поверхностных вод. По наблюдениям В.В.Маслениникова (цитир. по А.Г.Наумову) (16), возврат криля в высокие широты (и таким образом снижение доли экспатрированных миготных, - Э.С) в районе моря Скотия и сопредельных вод возможен благодаря направленным к югу потокам в поверхностных течениях.

Изучению причин образования скоплений криля в поверхностных водах посвящено особенно большое количество работ (чему, естественно, способствовала растущая популярность криля как объекта промысла). Большинство авторов, в развитие представлений Рууда (11), останавливается на динамических предпосылках образования этих скоплений. Одни авторы связывают образование скоплений криля с наличием фронтальных зон с повышенными градиентами океанографических характеристик (21, 22, 23), другие - с образованием квазистационарных зон с повышенной завихренностью вод (24, 25), третьи - более определенно - либо с циклонической завихренностью поверхностных вод (26, 27), либо с антициклонической (28, 29).

Сведения о размере популяции криля и его концентрации до сих пор остаются противоречивыми. По косвенным расчетам, впервые выполненным на основании раценов усатых китов и их численности, суммарная биомасса криля составила 1350 млн. тонн (30). Впоследствии подобные и другие косвенные расчеты сделаны многими другими авторами. Согласно этим расчетам суммарная биомасса криля составляет от 75 млн. т до 6 млрд. т. С развитием тралового способа лова появилась возможность прямого учета криля. По данным траловых съемок в атлантическом секторе Антарктики суммарная биомасса криля составляет 90-100 млн. т (13). Рассчитанные при этом значения плотности скоплений ($2,5 \text{ г/м}^3$ в наиболее продуктивных участках, $0,5 \text{ г/м}^3$ - в промысловых районах) были на уровне, либо уступали таковым, полученным по ловам планктонными сетями Марром (10), что свидетельствует о несовершенстве тралов и о их низкой уловистости и отсюда - о возможном занижении общей биомассы криля в этом секторе. Не совершенство разноглубинного 31-метрового трала конструкции ПИИГО, применявшегося для лова криля на первом этапе его промышленного освоения в море Скотия, указывали М.Я.Гройсман и др. (31) и В.М.Туполев (32). К сожалению, невысокой уловистостью отличаются и последующие конструкции отечественных тралов (см. далее).

Однако, это обстоятельство если и породило определенные проблемы (см. далее), оно не препятствовало развитию отечественного промысла криля в целом. Промысел криля советскими судами, начатый в 60-е годы в районе моря Скотия, успешно осуществляется в возрастающих масштабах.

К концу 60-х годов в исследованиях криля наметился явный пробел: практически все аспекты биологии и распределения вплоть до промыслового освоения его запасов изучались на примере одного региона — атлантического сектора Антарктики, преимущественно его западной части (море Скотия и сопредельные воды), в то время как индоокеанский (и тихоокеанский) сектора в этом плане практически не были затронуты.

С начала 70-х годов отечественные исследования криля стимулировались созданием пятилетней (1971-1975 гг.) программы постоянно действующей антарктической экспедиции Минрыбхоза СССР, согласно которой предусматривалось проведение планомерных комплексных исследований криля во всех трех секторах Антарктики. В соответствии с этой программой в индоокеанском секторе Антарктики на судах АзчерНИРО и Управления "Агрыбпромразведка" в период 1972-1974 гг. осуществлено 5 рейсов. Обследована акватория между 30-120° в.д. и 60° в.ш. — кромкой льда на юге. В результате по данным гидроакустических съемок установлена в принципе перспективность района моря Содружества в отношении промысла криля (33), выявлены некоторые особенности биологии и распределения скопления криля (34, 35, 29), океанографические условия в конкретные сроки наблюдений (36, 37), проработаны некоторые методические вопросы, связанные с использованием гидроакустической аппаратуры при проведении учета скопления криля (38, 39). В целом этот этап исследований в индоокеанском секторе имел предварительный характер.

Наиболее полный комплекс исследований по крилю в индоокеанском секторе Антарктики осуществлен в течение 1976-1980 гг. Поисковые и исследовательские работы выполнялись в соответствии с программой, разработанной в АзчерНИРО при непосредственном участии автора данной работы в развитие программы действовавшей в 1971-1975 гг. антарктической экспедиции Минрыбхоза СССР. Этой программой предусматривалось, во-первых, обследование всего индоокеанского сектора Антарктики с целью выявления перспективных для промысла районов и ориентации на них промысловых судов, во-

вторых, развитие углубленных исследований в выявленных перспективных районах с конечной целью разработки научно обоснованных норм промышленного изъятия криля. За этот период на судах Авчерибро и Управления "Агрияпрозраведка" выполнено 10 специализированных на криль рейсов в антарктическую зону Индийского океана, однако по организационным и техническим причинам лишь в пяти из них проведены наиболее эффективные поисковые и исследовательские работы. Наиболее изученной оказалась центральная часть сектора - район моря Содружества (между $55-85^{\circ}$ в.д.), в меньшей степени - западная (между $30-55^{\circ}$ в.д.) и совершенно неизученной восточная (между $85-120^{\circ}$ в.д.). Этому в значительной степени способствовало то обстоятельство, что в первые же годы работ в районе моря Содружества судами были выявлены обширные и плотные скопления криля, где его промысел стал успешно развиваться и к настоящему времени является традиционным.

В результате проведенных экспедиций собран обширный океанографический и биологический материал, данные гидроакустических наблюдений (экозаписи скоплений криля) и сведения о промысле в исследованном районе.

С целью заполнения в какой-то степени образовавшегося пробела в исследованиях криля и частичного обобщения накопленных о нем данных в индоокеанском секторе ^в втором ~~сделана~~ попытка:

1) рассмотреть некоторые закономерности распределения его промысловых скоплений в связи с гидроструктурой региона и, используя при этом данные о распределении икры и личинок криля в индоокеанском секторе, высказать некоторые соображения о схеме его жизненного цикла;

2) на основании гидроакустических и траловых съемок произвести расчеты биомассы криля в наиболее перспективном для промысла районе моря Содружества и обсудить некоторые проблемы, порожденные существующим способом его промысла.

Материал и методика

Исходными материалами для настоящей работы послужили данные гидроакустического поиска скоплений криля и их обловов тралами и динамические карты течений поверхностного слоя вод, полученные в процессе выполнения макромасштабных съемок в 11-, 12-, 13-ом рейсах РТМ-А "Чатыр-Даг", и 15-м рейсе НИС "Скиф" в районе

моря Содружества (между $60-90^{\circ}$ в.д.) и I-м рейсе НПС "Мыс Островского" между $30-65^{\circ}$ в.д. в летний период 1977-1980 гг., а также результаты обработок икры и личинок из 520 проб сетного планктона, собранных в 8-м и 11-12-м рейсах НПС "Скиф" при выполнении меридионального разреза вдоль 75° в.д. в январе 1975 г. и в марте 1977 г. и в 13 рейсе РТМ-А "Чатыр-Даг" при выполнении двух повторных макросъемок в январе и феврале-марте 1978 г. в районе моря Содружества. В период океанологических макросъемок гидроакустический поиск криля производился попутно вдоль меридианов с интервалами 5° по долготе от 56° в.д. до кромки льда на юге. Океанологические станции, на которых производились сетные ловы, располагались вдоль меридиональных галсов поиска через 1° по широте. Сбор проб планктона осуществлялся сетью БР-80/113 из капронового газа № 49 фракционно в стандартных слоях 0-25, 25-50, 50-100, 100-200, 200-500, 500-1000 и 1000-2000 м.

В участках обнаружения обширных скоплений криля гидроакустический поиск осуществлялся частыми галсами в соответствии с инструкцией (40) - с целью установления его границ. Использовались эхолоты ХАП-331 (РТМ-А "Чатыр-Даг", НПС "Мыс Островского"), "Омар" (НПС "Скиф"). Эхолотирование производилось преимущественно в диапазоне 0-200 м.

Большая часть эхозаплат обработана на берегу. Обработка включала измерение зафиксированных "пятен" криля, расчет их объемов по методике, описанной нами ранее (39). Результаты обработки переносились на карту. В некоторых случаях использовались планшеты, подготовленные в оперативном порядке на судне непосредственно в период работ в море.

Икра и личинки эвфаузиевых полностью выбирались из планктонных проб, определялась их видовая принадлежность, стадия развития личинок, численность.

Для суждения об эффективности современного тралового способа лова криля использованы данные об уловах РТМ-А "Чатыр-Даг" в 1977 г. и промысловых судов ВРПО "Азчеррыба" и "Дальрыба" в 1978 г. в районе промысла криля (залив Пряде) и данные о плотности скоплений криля, полученные как при их облове, так и косвенно - расчетным способом.

Распределение скоплений криля

Прежде чем перейти к изложению результатов наших исследований и их обсуждению остановимся кратко на общей характеристике гидроструктуры и поверхностных течений антарктическим летом в районе исследований, поскольку прежде всего они обуславливают распределение и в целом форму существования здесь популяции криля. С этой целью воспользуемся литературными данными и результатами наблюдений с судов АзчерНИРО в течение ряда лет.

По данным Маккиллана (41), Б.А. Ярогова (21) и нашим наблюдениям северная граница ареала криля в индоокеанском секторе Антарктики проходит по южной границе антарктической конвергенции — примерно вдоль $58-60^{\circ}$ ю.ш. Во всяком случае, севернее этой границы в течение последних восьми лет нами не обнаруживались скопления криля. Таким образом, ареал криля в индоокеанском секторе охватывает две из трех основных зон системы движения антарктических вод, выделяемых Нейманом (42) и Ю.А. Ивановым (43). По многолетним наблюдениям в наших экспедициях в летний период на северной окраине ареала криля воды переносятся на восток, при этом наблюдается образование меандр, скорость течения колеблется в разных участках от 5 до 10-15 см/с. Южнее $60-62^{\circ}$ ю.ш. циркуляция вод значительно усложняется, будучи в особой степени связанной с местными гидрометеорологическими и орографическими условиями. Особенность этой, наиболее обширной части района, распространяющейся на юг до прибрежных вод, заключается в существовании в широтном направлении чередующихся циклонических и антициклонических круговоротов. Положение их из года в год претерпевает изменения, связанные с изменениями (неоднородного в целом) барического поля (44). Характерным для региона является наличие в пределах стационарных в сезонном масштабе крупных циркуляционных систем, измеряемых в поперечнике сотнями миль, локальных мелких круговоротов разного направления, существующих в синоптические сроки. Скорость течений невелика и составляет 3-5 см/с. Непосредственно в прибрежной зоне южная периферия циклонических круговоротов образует Западное прибрежное течение. Скорость в струе течения составляет 5-50 см/с.

Структура вод складывается из поверхностной антарктической, промежуточной (антарктической, или субтропической), глубинной циркулярной и придонной антарктической водных масс. Первая из них, находясь под влиянием ветрового и плотностного перемешивания, претерпевает сезонные изменения. В непосредственной близости от материка Антарктиды различают два ее типа — шельфовую и поверхностную. Первая располагается большей частью над материковой отмелью. Эта вода отличается низкой температурой (около $-1,8^{\circ}\text{C}$), сохраняющейся в течение всего года. Ее максимальная глубина залегания составляет около 500 м. При ее опускании и перемешивании с глубинной водой формируются придонные антарктические воды. Вторая расположена севернее первой, ее глубина залегания может достигать в прибрежной зоне 150 м, резко уменьшаясь в зонах подьомов. Естественно, что ширина прибрежной зоны, занимаемой этими типами вод, определяется прежде всего шириной материковой отмели в той или иной части региона. Последняя в наибольшей степени развита в районе моря Содружества (залив Прюдс). В результате прогрева верхнего слоя поверхностной антарктической воды и его распреснения за счет таяния льда в декабре-марте формируется слой летнего прогрева, отделенный от остаточного холодного слоя термоклином (сезонным пикноклином). Нижняя граница расположенной под ней промежуточной субтропической (или антарктической) водной массы в пределах антарктической дивергенции залегает на глубине 500-600 м. Основная масса этих вод перемещается в восточном направлении.

Столь сложная гидроструктура, неоднородность гидрологического поля в пространстве и его изменчивость во времени обуславливают чрезвычайно разнообразный характер распределения смешанных кряжей в регионе. Прежде всего следует сказать, что последние достаточно четко можно разделить на 3 типа (рис. 2.1):

1) отдельные косяки; их средняя высота на изученной экватории составила около 10 м, средняя протяженность — около 30 м;

2) разлитые плотные скопления, представляющие очевидно, результат слияния большого числа косяков (последние на эхолоте обнаруживаются по более плотной записи); протяженность этих скоплений различна — от нескольких сот метров до нескольких километров; высота — 20-50 м и более;

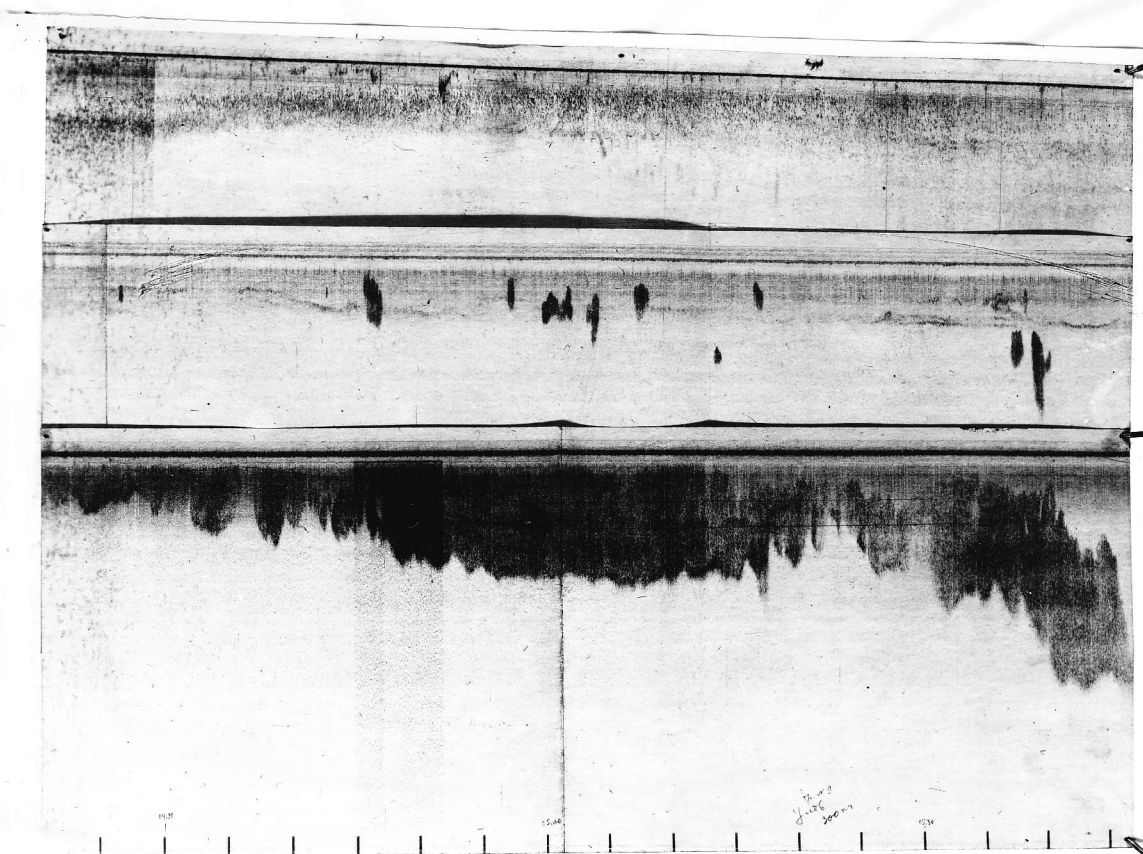


Рис.2.1. Образцы эхолокисей разных типов скопления крыла.
 Диапазон 0-200 м, интервалы створок 5 мин, скорость
 судна 2,5 узла. Верхняя запись - разреженные скопления,
 средняя - косяки, нижняя - разлитые плотные скопления.

3) разреженные, хорошо фиксируемые эхолотом, часто большой (до нескольких километров) протяженности; обычны в приповерхностном слое (0-20 м).

Все вышеуказанные 3 типа скопления обнаруживались судами в разных участках обследованного района. Причем отмечено, что доля рачков, представленных отдельными косяками и скоплениями третьего типа, возрастает в направлении с юга на север. В океанической зоне, значительно удаленной от прибрежной, особенно вблизи зоны антарктической конвергенции, эти формы скопления являются преобладающими. Выявленная тенденция, несомненно, в первую очередь обусловлена гидрологическими причинами (см. далее). Скопления второго типа представляют для современного тралового промысла наибольший интерес. Длительные наблюдения на промысловых участках (в заливе Прудс, у Земли Андерби) показали, что скопления рачков не остаются долго неизменными, происходит их постоянная трансформация, вызванная разными причинами. Так, наблюдавшийся часто распад части скопления первого и второго типа в ночной период объяснялся, несомненно, интенсивным питанием рачков. При этом рачки рассеивались в приповерхностном 10-15-метровом слое, образуя скопления 3^{-го} типа. В то же время распад скопления на значительной площади в этом районе мог происходить в считанные часы, независимо от времени суток при резких перестройках барического поля, штормовых ветрах. В связи с этим высказанное Марром предположение о формировании стай животных на личиночных стадиях развития и длительное их существование, по-видимому, если и имеет место, возможно лишь в участках с очень стабильными гидрологическими условиями. В большинстве же случаев исследователь встречается с явлениями постоянного распада и новообразования скопления. Само возникновение стай, несомненно, обусловлено активным действием рачков (10), о чем свидетельствует сравнительно однородный размерный состав рачков в отдельных уловах, выполненных нами, особенно "в точке" планктонными сетями при отлове животных для проведения экспериментов. Аналогичное заключение об однородности состава рачков в стаях сделано и В.В. Шенцевым и Р.Р. Макаровым (45) при работе в море Скотия.

Размерный состав криля в скоплениях как в пределах промыслового района (например, залив Прудс), так и в пределах всей исследованной акватории чрезвычайно разнообразен и колеблется от

21 до 66 м. Установлено (35), что (при рассмотрении в макро-масштабе региона) размер рачков имеет тенденцию к увеличению в направлении с юга на север. Это, безусловно, связано с преимущественным меридиональным переносом вод. Вместе с тем, как и следовало ожидать, скопления, состоящие из крупных половозрелых особей на разных стадиях полового созревания, и сам нерест рачков наблюдался практически в самых разных участках исследованного района — как в южной, так и в северной части ареала, что полностью согласуется с приведенными выше данными других авторов (17, 18).

Распределение скоплений криля летом по вертикали заметно согласуется с гидрологической структурой: их большая часть (более 90%) располагается обычно не глубже 50–70 м, над слоем сезонного пикноклина, хорошо прослеживаемого по величинам устойчивости (34).

При этом (для океанической зоны) выявлено (35), что в ночное время суток далеко не все рачки мигрируют к поверхности: соотношение между числом особей, зафиксированных дном и ночью, составляет 2,4:1. Интересный факт поведения и вертикального распределения криля в зависимости от положения слоя скачка температуры в районе промысла в заливе Прюде был установлен в конце марта — начале апреля 1978 г. В этот период наблюдалось вначале увеличение глубины залегания слоя скачка температуры, а затем — его исчезновение. По мере увеличения глубины положения термоклина отмечалось возрастание глубины погружения скоплений криля в темное время суток до 150–180 м, а с исчезновением слоя термоклина стали отмечаться случаи образования его скоплений в темное время суток у поверхности. Объяснений этому факту не найдено.

Остановимся на рассмотрении горизонтального распределения криля в зависимости от океанографических условий в исследованном районе.

Ранее нами (29) при сопоставлении распределения скоплений криля по данным наблюдений в январе-феврале 1973 г. с полем относительного вихря, рассчитанного по фактическим течениям для летнего зонального типа атмосферной циркуляции, была достаточно четко выявлена динамическая предпосылка образования этих скоплений. Наиболее крупные из них оказались в зоне с преобладающей

антициклонической завихренностью в результате скапливающего воздействия последней. Анализ материалов, полученных в последующих экспедициях, позволил с одной стороны подтвердить подобную связь, с другой, — установить в распределении криля роль других форм движения поверхностных вод.

Как видно из рис. 2.2 в феврале-марте 1977 г. по данным съемки, выполненной в 11-ом рейсе РТМ-А "Чатыр-Даг", обширные промысловые скопления криля располагались в заливе Прюде, в зоне с ярко выраженной антициклонической циркуляцией поверхностного слоя вод. В то же время в океанической зоне какой-либо четкой связи между характером распределения скоплений криля и циркуляцией вод не выявлено. Небольшие по размеру и различные по плотности скопления сравнительно равномерно распределялись по ее акватории, независимо от направления циркуляции вод. Отсутствие вышеуказанной связи в океанической зоне в исследованный период объясняется, несомненно неустойчивостью динамических явлений в гидросфере (как результат таковых в атмосфере). В пользу такого заключения свидетельствует и сравнительно низкий в целом уровень развития фито- и мезозoopланктона в океанической зоне в этот период и отсутствие связи между распределением их максимумов и характером циркуляции вод (46). Подобная закономерность наблюдалась и в последующий сезон. На рис. 2.3 представлены результаты обработки эхолокатора (рассчитанные объемы скоплений криля, зафиксированных гидроакустической аппаратурой, и протяженность этих скоплений), произведенных в 12-м рейсе РТМ-А "Чатыр-Даг" в феврале-марте 1978 г. при выполнении съемки и поисковых работ в районе моря Содружества и сопредельных вод. Как и в предшествующий сезон, устойчивые промысловые скопления криля располагались в заливе Прюде, где в течение всего сезона наблюдалась антициклоническая циркуляция поверхностного слоя вод. Крупные и плотные скопления криля в этот период были обнаружены и за пределами залива Прюде, в том числе и в океанической зоне, где судно имело уловы криля, соответствующие уловам в заливе Прюде. Однако в связи с неустойчивой гидрометеорологической обстановкой в открытом море (после первого же шторма) произошел распад этих скоплений. Без сомнения, длительность существования обширных скоплений здесь невелика и сопоставима с синоптичес-

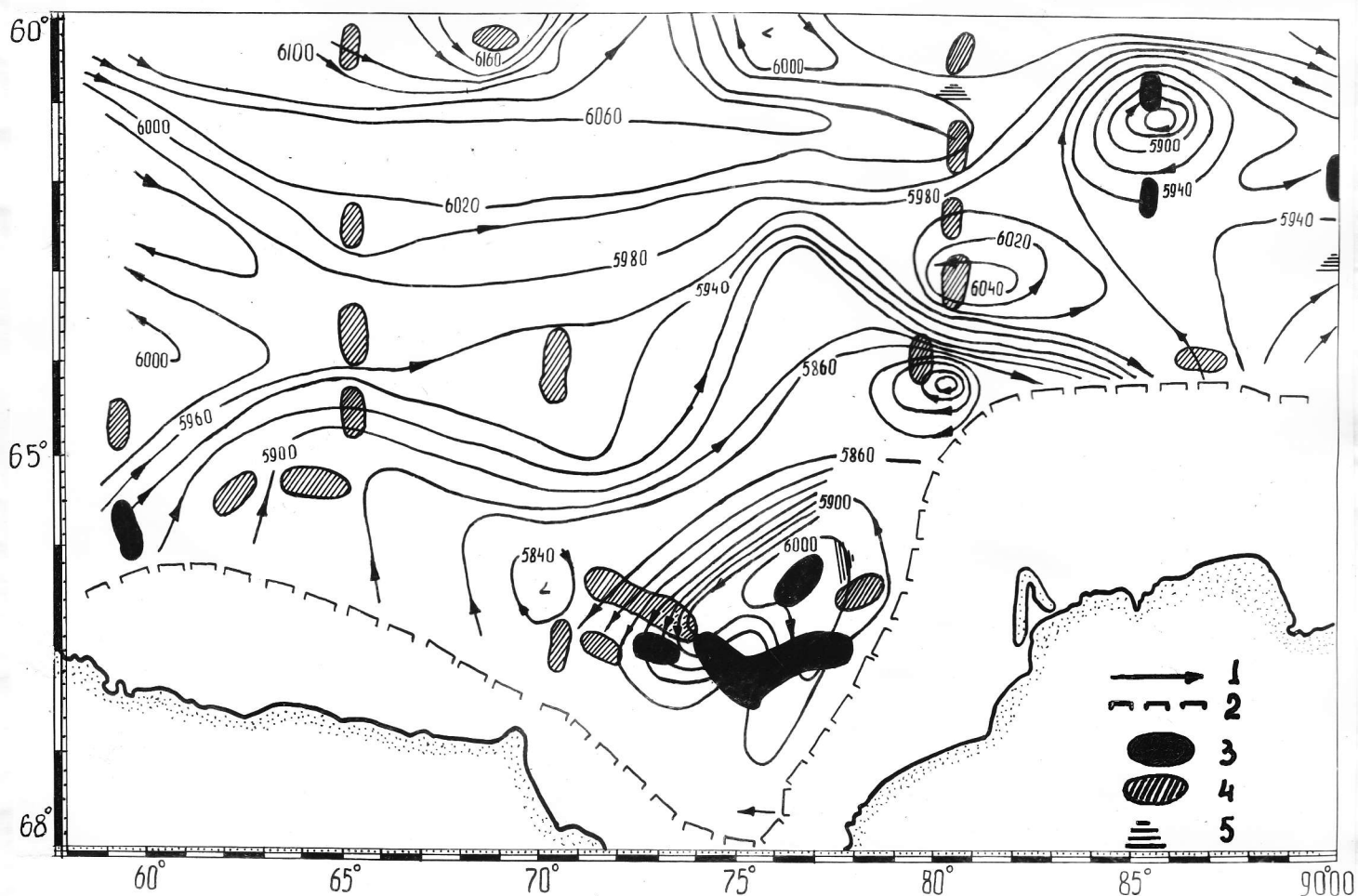


Рис.2.2. Динамическая карта течений поверхностного слоя вод и схема распределения скоплений криля в феврале-марте 1977 г. в районе моря Содружества и сопредельных вод. 1-направление геострофических течений; 2-граница припайного льда; 3-промышленные скопления криля; 4 - разрозненные скопления криля; 5-отдельные haulы.

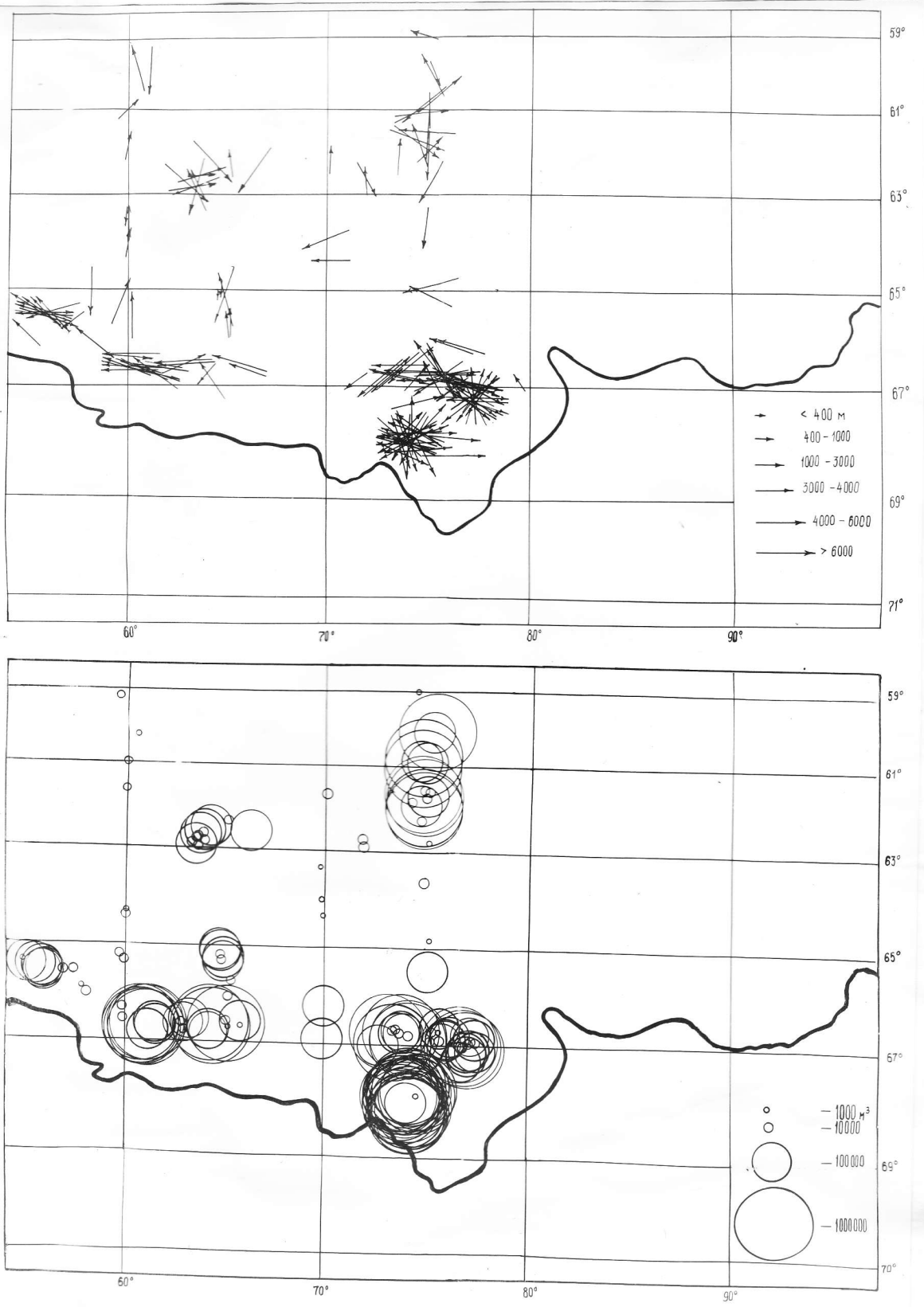


Рис.2.3. Протяженность по курсу судна (вверху) и объем (внизу) скоплений криля в районе моря Содружества в январе-марте 1978 г.

ким периодом. Неустойчивость гидрологической структуры в целом в океанической зоне и приводит, очевидно, к постоянному разрушению появляющихся скоплений рачков и в конечном счете к диффузии их большей части на границе ареала.

В отличие от предшествующих сезонов (1976/1977 и 1977/1978 гг.) в сезоны 1978/1979 и 1979/1980 гг. в районе залива Прюде кардинально изменился характер циркуляции вод. В связи с этим весьма интересным представляется рассмотреть характер распределения скоплений криля в данные сезоны. Как видно из рис. 2.4, промысловые скопления криля антарктическим летом 1978/1979 гг. по наблюдениям в 13-м рейсе РТМ-А "Чатыр-Даг" и данным промыслового флота в районе залива Прюде располагались по линии северной границы залива. Причем они не были "компактными", как в предшествующие два сезона, а представлены отдельными "пятнами". Уловы промысловых судов в среднем почти вдвое уступали уловам в два предыдущие сезона (29 т за судосутки лова против 50). Это объясняется тем, что скопления криля значительно уступали по своей плотности скоплениям в указанные сезоны. Безусловно, совершенно иное распределение промысловых скоплений криля в районе в этот сезон связано с развитием здесь циклонической циркуляции. Изменение положений скоплений криля в разные месяцы этого сезона как в районе залива Прюде, так и в океанической зоне по наблюдениям в 13-м рейсе РТМ-А "Чатыр-Даг" и 1-м рейсе НПС "Мыс Островского" можно видеть из рис. 2.5. По наблюдениям на судах большинство скоплений, обнаруженных в океанической зоне, распадалось в течение нескольких дней. Наиболее мощными в океанической зоне были скопления, обнаруженные на НПС "Мыс Островского" 2 декабря 1978 г. между 60-65° в.д. и 63-64° ю.ш. Они отличались большой плотностью - до 2 кг/м³, уловы судна за 3-8 минут траления составляли 6-13 т. Протяженность отдельных плотных разлитых скоплений равнялась 200-700 м. В условиях сравнительно спокойной гидрометеорологической обстановки скопления отличались неустойчивостью: просуществовав 2-16 часов, они распадалась на отдельные косяки, при этом часть рассеивалась в приповерхностном слое, затем рачки вновь образовывали плотные скопления. Причем не отмечалось четкой зависимости поведения рачков от времени суток. Скопления были представлены главным образом половозрелыми особями, более 90% их численности составляли рачки длиной 45-60 мм, что и объясняет

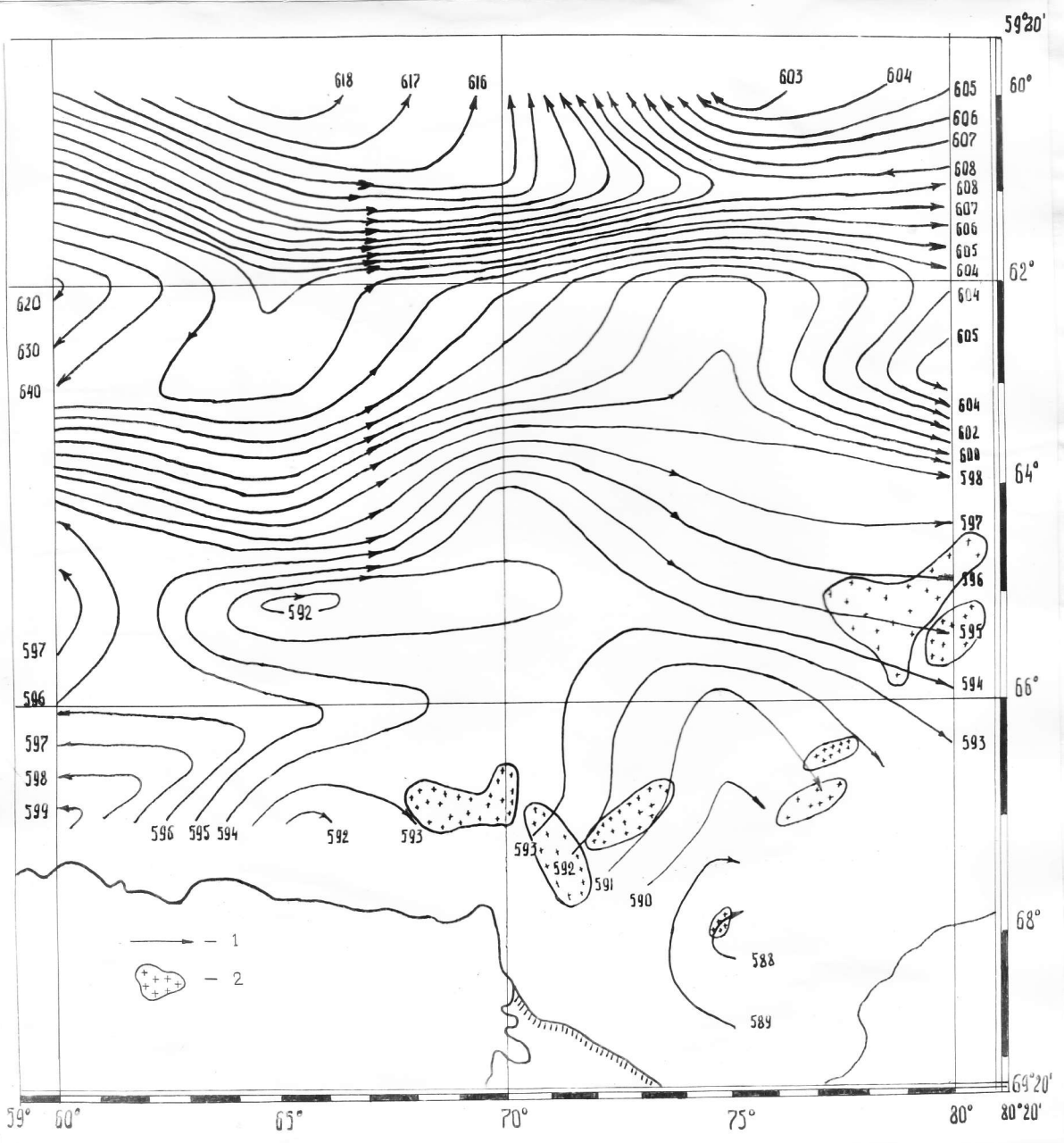


Рис.2.4. Динамическая карта течений поверхностного слоя вод и схема распределения скоплений криля в декабре 1978 г. - марте 1979 г. 1 - направление геострофических течений; 2 - участки промысловых скоплений криля.

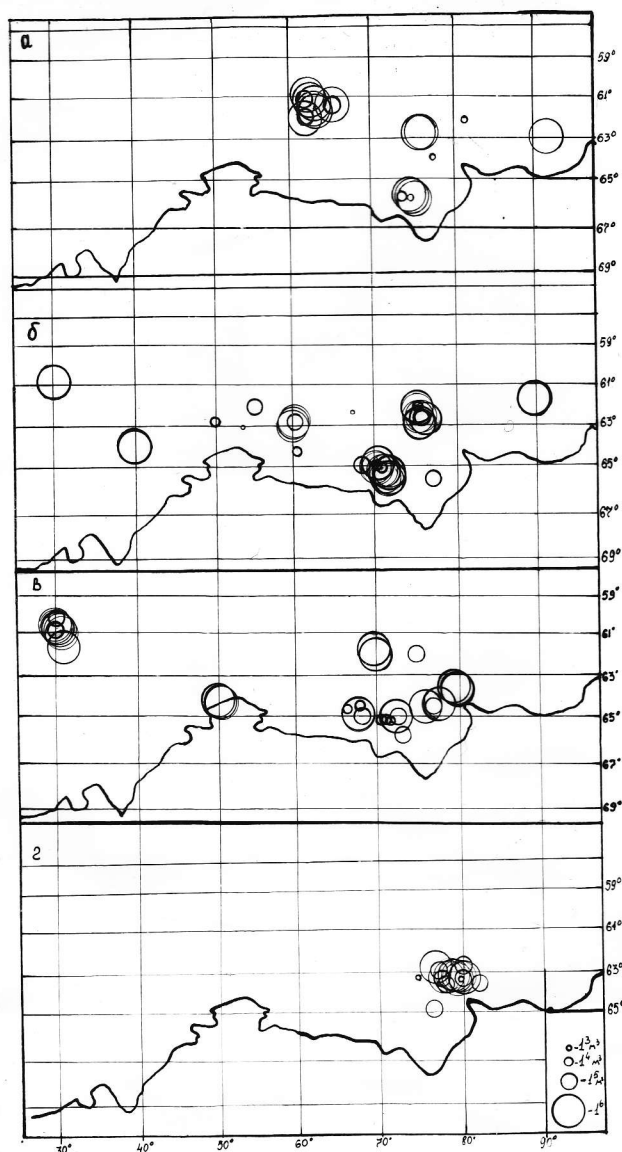


Рис.2.5. Распределение промышленных скоплений криля в декабре 1978 г. (а), январе (б), феврале (в) и марте (г) 1979 г. по результатам обработки экозаписей на РТИ-А "четыре-даг" и НПС "Мыс Островского".

динамичность скоплений (их распад был обусловлен поиском пищи, формирование косяков — спариванием). Наряду с этим наблюдалось перемещение скоплений животных в юго-западном направлении течением со скоростью 3 мили в сутки. (В этом же направлении происходил дрейф айсбергов). В результате к 23 декабря (т.е. через 21 сутки) эти скопления оказались в 63 милях к юго-западу от исходного участка. При этом происходило снижение их плотности. В январе 1979 г. скопления обнаруживались в районе 60° в.д. и 65° в.ш.

Описанный случай дрейфа скоплений рачков к югу интересен с точки зрения понимания формы существования популяции криля и свидетельствует о том, что, во-первых, перенос поверхностных скоплений криля имеет сложную траекторию (не только на север и северо-восток), во-вторых, не исключена возможность возврата отдельными потоками в течениях к прибрежной зоне как нерестящихся рачков, так и их икры и, возможно, личинок, и таким образом повышения эффективности пополнения запаса криля. При этом можно предположить, что выметанная икра рачков длительное время будет удерживаться в толще воды благодаря резко выраженному сезонному циклоклину — до выклева личинок, либо до дрейфа их к мелководной прибрежной зоне.

Возвращаясь к распределению скоплений криля в этот сезон, следует отметить, что в районе залива Прюде их смещение четко согласовывалось с направлением движения вод (см. рис. 2.4, 2.5). От января к марту скопления криля переносились потоком с юго-западной части залива к северо-восточной. Наблюдения в конце марта прекратились в связи с интенсивным льдообразованием.

В сезон 1979/1980 гг. по наблюдениям в 15-м рейсе НПС "Скиф" в районе залива Прюде также преобладала циклоническая циркуляция вод и, как и в предшествующий год, промысловые скопления были разрозненными, располагаясь вдоль кромки льда на окраине залива Прюде (рис. 2.6).

Таким образом, в отличие от океанической зоны, в районе залива Прюде в течение четырех сезонов наблюдалось образование промысловых скоплений, местоположение и плотность которых зависели от типа циркуляции вод. Постоянное образование скоплений криля и их продолжительное существование в этом районе, без сомнения, объясняется орографическим фактором (главным образом глубокой изрезанностью береговой линии), придающим системе циркуля-

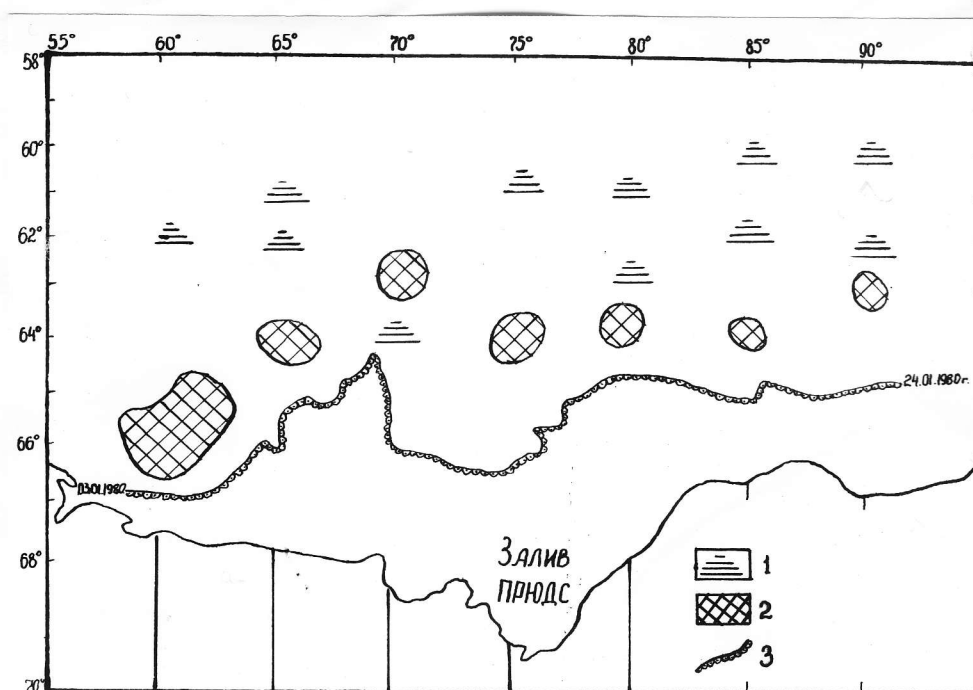


Рис.2.6. Схема распределения скопления кривля в районе моря Содружества в январе-марте 1980 г.
 1 - разрозненные скопления и косяки;
 2 - промышленные скопления; 3 - кромка льда

ции вод большую устойчивость. Выявленные же различия в местоположении и характере скопления криля при разных типах циркуляции объясняются ^(по данным В.А. БРЯНЦЕВА и др.) различиями в динамической структуре круговоротов. Анализ гидрологических данных позволил авторам установить, что при антициклонической циркуляции вод в наибольшей степени реализуется вероятность образования затишных, благоприятных для аккумуляции планктонов, зон, чем в случаях циклонических круговоротов. Причем образование таких зон в последних зависит от интенсивности развития циклона. В случаях интенсивной циклонической циркуляции (как мы видели ранее) скопления распадаются очень быстро. В зонах, где преобладают прямоточные потоки, вероятность сохранения скопления еще ниже. Исходя из изложенного становится понятны, почему оказались неустойчивыми во времени большинство обнаруженных скопления в океанической зоне исследованного района.

Выявленная зависимость распределения скопления криля от характера циркуляции вод позволяют, исходя из конкретного типа атмосферной циркуляции, прогнозировать их вероятное местонахождение и таким образом производить целенаправленный поиск промысловых районов.

И с научной и с практической точек зрения представляет интерес более детальное рассмотрение распределения криля в промысловом районе. На рис. 2.7 приведены сведения о протяженности отдельных групп скопления (представленных скоплениями I и 2 типа) и их объеме по результатам обработки эхолокаторных, выполненных в период гидроакустического и тралового обследования промыслового района в заливе Прудс на РТМ-А "Четыр-Даг" в феврале 1977 г. Как видно из рисунка, крайние пределы колебаний протяженности отдельных групп скопления по району в целом отличаются на порядок, а в большинстве случаев их значения отличаются не более чем в 3-4 раза, в то время как колебания их объемов значительно шире - крайние пределы значений отличаются на три порядка, а наиболее часто встречающиеся - отличаются не менее чем на порядок. Неравнозначность объемов отдельных групп скопления, даже расположенных рядом, свидетельствует о неоднородности гидрологического поля в микромасштабе. Вместе с тем группы скопления рачков с минимальными и высокими объемами практически могут встречаться одновременно в любой части промыслового района, что свидетельствует о сравнительно равномерном чередовании в прост-

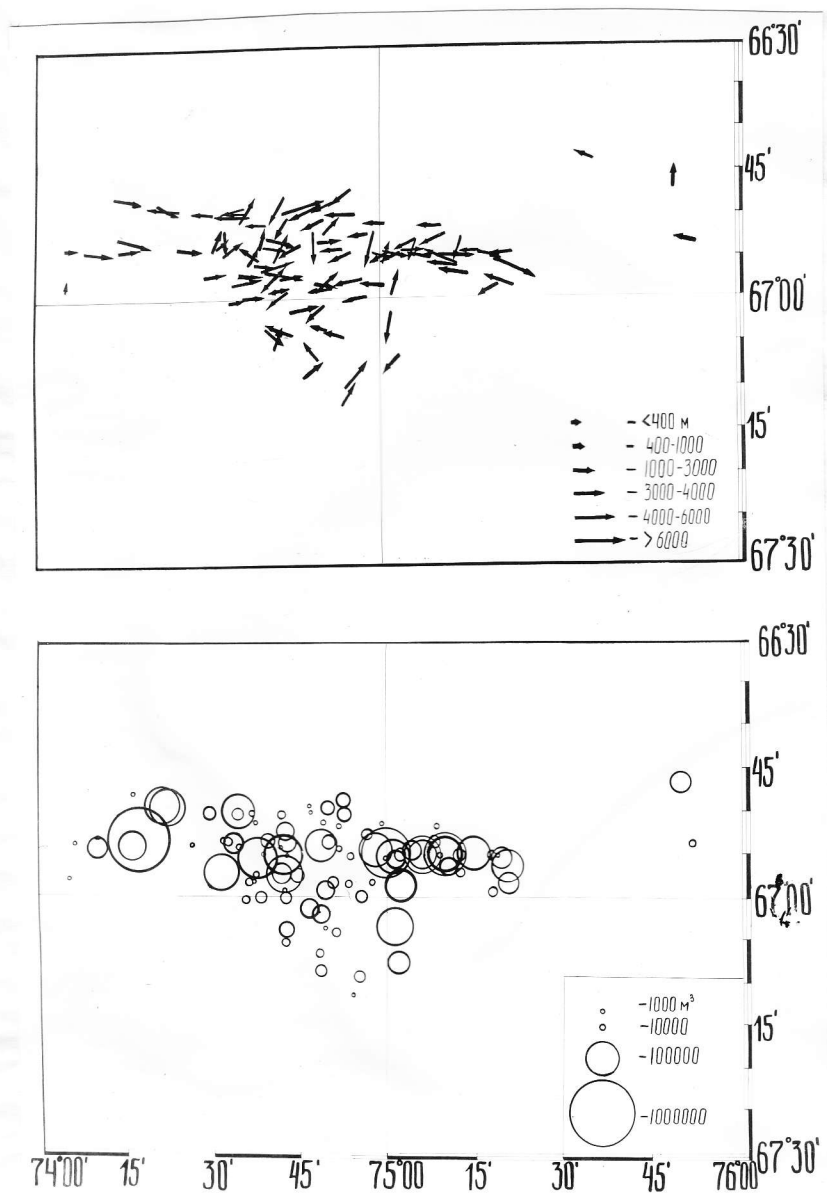


Рис. 2.7. Протяженность по курсу судна (вверху) и объем скопленный криль (внизу) в промышленном районе залива Прюдс.

равстве благоприятных и неблагоприятных для аккумуляции криля гидрологических условий (очевидно, вышеуказанных затихших зон). Определенное влияние на колебание размеров скоплений, несомненно, оказывают и суточные миграции и активное самостоятельное перераспределение криля. Однако, поскольку наблюдения в темное и светлое время суток были сравнительно равномерно "распределены" в исследованном районе, это влияние, надо полагать, могло сказаться в большей мере на диапазоне колебаний объемов скоплений и в меньшей — на описанной закономерности их распределения.

Выявленная закономерность в распределении криля в промышленном районе рассмотренного типа означает (напомним, что он располагался в зоне с ярко выраженной антициклонической циркуляцией поверхностного слоя вод), что в равной степени высокий и низкий уловы промышленное судно может иметь в любой его части, в связи с чем при знании границ района ему нет необходимости в поиске криля перемещаться на большие расстояния. Это обстоятельство особенно важно учитывать в случаях работы в промышленном районе большого числа судов (с целью их рациональной расстановки).

К оценке запасов криля и некоторые проблемы его промысла

Общезвестно, что масштаб промысла криля как в нашей стране, так и в других странах, проявивших интерес к этому объекту (в первую очередь Япония, а также ФРГ, Польша, Аргентина и др.), сдерживался до недавнего времени, главным образом, технологическими и связанными с ними экономическими причинами. Однако растущая потребность в белке и совершенствование технологических способов переработки сырья, разработка способов получения различных новых видов пищевых продуктов значительно стимулировали развитие промысла криля в последние годы, в том числе отечественного.

С открытием судами АзчерНИРО и Управления "Агрыбпромразведка" промышленных участков в районе залива Прудс он стал вторым по своему значению районом промысла (после района моря Скоттия) в Южном океане, где в последние годы осуществляется добыча криля советскими и японскими судами. Вылов криля советскими судами здесь в сезон 1976/77 гг. составил 866 т, в сезон 1977/78 г. — 29432 т, в сезон 1978/79 гг. — 28029 т, в сезон 1979/80 гг. —

78045 т и в сезон 1980/81 гг. — около 100000 т. Соответственно возрастало число советских промысловых судов в районе — от одного в сезон 1976/77 гг. до 42 в сезон 1980/81 гг. Средние уловы судов в разные сезоны колебались от 29 до 64 т за судосутки промысла в зависимости от промысловой обстановки, определявшейся в свою очередь гидрометеорологическими условиями (см. ранее).

Растущие масштабы промысла с настоятельной необходимостью выдвигают перед исследователями целый ряд проблем, связанных с реальной оценкой запасов криля, их рациональным использованием на базе совершенствования способа лова. Как увидим далее, между последним (способ лова) и первым (оценкой запасов) в настоящее время возникла определенная тесная связь. Дело в том, что с развитием активного тралового способа криля проблема количественного учета а, следовательно, и оценки его запасов не стала менее острой, чем прежде. (О противоречивости существующих данных по оценке запасов криля нами сказано ранее). Основная причина тому — невысокая эффективность применяемых тралов для лова криля и его количественного учета.

В настоящее время созданы и продолжают создаваться разные конструкции крилевых тралов, для лова криля приспособляются рыбные пелагические тралы. Нет необходимости в детальном рассмотрении преимуществ и недостатков тех или иных конструкций тралов, используемых при промысле криля, поскольку они имеют один общий недостаток: все они построены по принципу рыбных тралов, без учета специфики поведения криля: передняя часть трала (устье и стенки) служит для захвата скопления и направления животных путем отпугивания в кутковую часть — в мешок, где происходит накопление улова. Соответственно предполагаемой функциональной роли отдельные части трала выполнены из дели с равными размерами ячей — наиболее крупная (несколько десятков миллиметров) — в крыльях трала и наиболее мелкая (5-8 мм) в зоне мешка.

О том, на сколько эффективно использование подобных орудий лова показывают следующие наблюдения и расчеты.

Анализ результатов 100 тралений унифицированным крилевым 38,7-метровым тралом пр. 1794 СЭБН в II-м рейсе РТМ-А "Чатыр-Даг" в заливе Прудс в январе-феврале 1977 г. показал (табл. 2.1).

что как пределы колебаний уловов криля, так и число случаев с разными величинами уловов при работе судна на скоплениях разного типа (плотности) практически не отличались. Средний улов тралом при облове косяков, где плотность криля наиболее высокая, оказался даже на 30% ниже, чем при облове скоплений других типов, а средние уловы при облове разлитых плотных и разреженных скоплений криля были сходными. Соответственно этому рассчитанная биомасса криля при облове скоплений двух последних типов составила $2,0 \text{ г/м}^3$, а при облове косяков — $1,4 \text{ г/м}^3$. Впрочем, невысокая уловистость трала этой конструкции теперь общеизвестна.

В последние годы промысловые суда ВРПО "Дальрыба" и "Азчеррыба" для лова криля в районе моря Содружества использовали 81,8-метровый мойвенный и 74,2-метровый канатный тралы с "крилевыми приставками". В качестве последних использована мотенная часть (начиная с пласти а — 30 мм) и мешок 56-метрового крилевого трала, которым и заменена, например, у 81,8-метрового трала мотенная часть (начиная с укороченной на 3 м пласти с а — 100 мм) и мешок. (Аналогичная замена производится и у 74,2-метрового канатного трала). Требуемая длина мешка — 40-41 м, что, с одной стороны, позволяет (благодаря увеличению его фильтрационной поверхности) увеличивать скорость траления, с другой, значительно снижает процесс вымывания криля до определенного момента накопления улова. Как видно из табл. 2, где приведены результаты работы этими тралами девяти судов в районе моря Содружества в марте 1978 г., увеличение скорости траления свыше 3 узлов если и приводит к более высоким уловам в расчете на единицу времени, рассчитанная биомасса криля при этом оказывается ниже, чем при меньшей скорости траления, что нельзя не объяснить как потерями улова (вымывание из мешка), так и процеживанием рачков через крылья трала. Причем в некоторых случаях рассчитанные биомассы криля оказывались на уровне значений, полученных при работе с тралом пр. 1794 на РТМ-А "четыре-Даг" в январе-феврале 1977 г. (см. табл. 2.1).

В.П. Асеевым (35) произведен контроль процеживаемости криля через стенки трала с помощью вшитых в его разные участки "карманов" изготовленных из дели с ячеей 5,5 мм. В результате

Таблица 2.1

Уловы криля тралом пр.1794 СЭЖБН при работе РТМ-А "четыре-даг" в январе-феврале 1977 г. на разных типах сноплений в море Содружества

Типы сноплений криля	Пределы колебаний уловов (ц/час трал.)	Число случаев ^{х)} и средние значения уловов в интервале уловов (ц/час трал.) ^{хх)}				Средний улов (ц/час трал.)	Рассчитан- ная биомас- са криля (г/м ³)
		50	30-50	10-30	0-10		
Разлитые плотные	0,3-70,0	$\frac{4}{62,9}$	$\frac{7}{41,5}$	$\frac{9}{22,9}$	$\frac{5}{6,7}$	31,3	2,0
Разрезанные	1,7-90,0	$\frac{5}{66,0}$	$\frac{8}{40,8}$	$\frac{11}{19,6}$	$\frac{5}{5,6}$	31,0	2,0
Косынки	0,0-90,0	$\frac{3}{70,8}$	$\frac{10}{35,6}$	$\frac{17}{19,9}$	$\frac{16}{4,7}$	21,4	1,4

х) в числителе

хх) в знаменателе

Таблица 2.2

Данные об уловах криля в море Содружества в марте 1978 г.
различными судами

Тип и наименование судов	Вертикаль- ное рас- крытие тра- ла, м	Скорость траления, узлы	Средний улов, т/час трав.	Рассчитан- ная оис- масса кри- ля, г/м ³
ИПР "Ван-Гор"	23	3,5-4,0	6,3	2,18
БМРТ "Луковский"	16-18	2,4-2,8	3,8	3,49
РТМ-А "С.Каданчик"	20-22	3,4-3,6	4,4	1,96
РТМ-А "Звезда Крыла"	21-22	3,2-3,6	5,2	2,27
БМРТ "И.Решетняков"	22-23	2,6-2,8	7,9	3,97
БМРТ "Находка"	20-22	3,4-3,8	7,0	3,04
БМРТ "Клюсть"	21-23	3,2-3,5	7,6	3,23
БМРТ "Ардатов"	20-22	3,3-3,6	6,6	2,99
ИПС "Проф.Дерюгин"	21-22	2,5-2,7	8,5	4,86
В среднем	-	-	6,38	3,11

Установлено, что криль процеживается через стенки трала (и мешка) повсюду, при этом в большом количестве повреждаясь: при повторных тралениях на одних и тех же участках уловы притраловой мелкоячейной сетью на 34-74% были представлены из ранее поврежденного криля, отдельных частей его тела. При этом определенная часть поврежденного криля успевала затонуть и оставалась неучетной.

На сравнительную пассивность криля и в связи с этим необходимость создания специальных орудий для его лова указывают многие авторы (47, 31, 49). Опыт отечественных и зарубежных экспедиций показывает, что значительная часть криля не способна избежать стенки трала при скорости его движения 1,3 м/сек и, не отпугиваясь, процеживается через них (48). Наши наблюдения за поведением криля в аквариумах также согласуются с представлениями о невысокой двигательной активности этих животных.

На весьма низкие значения плотности рачков в скоплениях, получаемые по данным уловов современными тралами, указывает и ряд других фактов и результаты простейших расчетов. По наблюдениям некоторых авторов агрегированность криля в скоплениях, по-

добных обнаруживаемым в промысловых районах моря Скотия и залива Прюда, может достигать очень высокой степени. Биомасса криля в поверхностных скоплениях в море Скотия, определенная по уловам сачком, составляла в среднем 15 кг/м^3 (49). В этом же районе по данным подводного визуального учета концентрация рачков в центральной, наиболее плотной, части косяков составляла $70-80 \text{ экз/дм}^3$ (50), что соответствует биомассе около $30-40 \text{ кг/м}^3$. Как было ранее описано, по данным прицельных траловых ловов в I-м рейсе НИС "Мыс Островского" в северо-западной части (океаническая зона) района моря Содружества плотность обширных скоплений достигала 2 кг/м^3 . Очевидно, это связано не только с высокой естественной плотностью скоплений, но и с высокой эффективностью облова: продолжительность лова составляла 3-8 мин, в результате значительно снизилась доля потерь улова из трала. В океанической зоне индоокеанского сектора Антарктики единичные эффективные обловы крилем тралом косяков, находившихся у поверхности воды и потому хорошо видимых с борта судна, позволили установить, что плотность рачков в них составляет $3,6-5,3 \text{ кг/м}^3$ (35). Наконец, весьма интересные результаты количественного учета криля с помощью гидроакустического комплекса фирмы "Симрад" получены в промысловом районе о-ва Южная Георгия в мае-июне 1980 г. (51). Биомасса рачков на разных участках района колебалась от 30 до 800 г/м^3 , средняя для всего района составила 74 г/м^3 . Это более чем на два порядка превышает средние значения плотности для промысловых районов, приводимые А.С. Богдановым и Т.Г. Любимовой (13) по данным траловых съемок.

Обратимся к расчетам, выполненным нами на основании собственных наблюдений в районе моря Содружества.

По результатам эхолотного обследования в феврале 1977 г. в II-м рейсе РТМ-А "Чатыр-Дэг" в наиболее продуктивной части промыслового района в заливе Прюда (между $66^{\circ}50'-67^{\circ}15' \text{ ш.ш.}$ и $74^{\circ}15'-75^{\circ}15' \text{ в.д.}$) площадью 3150 км^2 (см. рис. 2.7) суммарный объем скоплений криля составил около $12,5 \cdot 10^5 \text{ м}^3$. Причем в это число не вошел объем разреженных скоплений, который невозможно учесть при обработке эховалисы вручную; эхолот считывались лишь запасы косяков и плотных разлитых скоплений криля. Исходя из результатов определения биомассы криля в плотных скоплениях

при их эффективных обловах (см. ранее), применен ее в нашем случае равной 4 кг/м^3 (средние значения, полученные Ю.П. Асеевым) (35). В таком случае суммарная биомасса криля в продуктивном районе составила около 5 млн. т. (Подобные расчеты суммарной биомассы в данном районе в последующие годы наблюдений давали сходные результаты). Рассчитанная средневзвешенная биомасса криля для этого района составила около 80 г/м^3 , т.е. была сходной с средней биомассой для промышленного района у с-га Южная Георгия, определенной гидроакустическим способом (51).

В этот же период, во второй половине марта 1977 г., была произведена гидроакустическая съемка на НПС "Скиф" (11-12-й рейс) на большей части акватории моря Содружества, ограниченной $65^{\circ}30' - 67^{\circ}00'$ ю.ш. и $73^{\circ}30' - 79^{\circ}30'$ в.д. площадью $50 \cdot 10^3 \text{ км}^2$. Судно производило поиск галсами вдоль ледовой кромки по мере льдообразования. (Наиболее продуктивный участок залива Прюде к началу поиска был уже большей частью под льдом). Сопоставление результатов гидроакустической съемки на этой акватории и в наиболее продуктивном районе залива Прюде (в феврале на РТМ-А "Чатыр-Даг") выявило, что агрегированность скоплений криля в последнем была выше в 2 раза. Агрегированность скоплений в данном случае выражали через число косяков среднего размера, встречавшихся судном в сравниваемых районах на одном и том же отрезке пути. В продуктивном районе залива Прюде на отрезке пути в 1 км встречено два косяка, а на обследованной акватории моря Содружества - один. Отсюда нетрудно было определить средневзвешенную для этой акватории биомассу криля: она составила $80 \text{ г/м}^3 : 2 = 40 \text{ г/м}^3$. А суммарная биомасса криля на обследованной акватории моря Содружества, т.е. во всем промышленном районе моря, равнялась:

$$\frac{5 \cdot 10^6 \text{ т} \times 5 \cdot 10^4 \text{ км}^2}{3,15 \cdot 10^3 \text{ км}^2 \cdot 2} = 40 \cdot 10^6 \text{ т, где } 5 \cdot 10^6 \text{ т -}$$

суммарная биомасса криля в продуктивном участке в районе залива Прюде; $5 \cdot 10^4 \text{ км}^2$ - площадь обследованной акватории моря Содружества; $3,15 \cdot 10^3 \text{ км}^2$ - площадь продуктивного участка в заливе Прюде; 2 - отношение степени агрегированности криля в сравниваемых районах.

Интересно, что при расчете и средневзвешенной и суммарной биомассы для этой акватории иным способом (52) получены сходные

результаты. Напомним, что в основу расчетов при этом была взята рассчитанная для всего ареала средневзвешенная биомасса криля — исходя из оценок его суммарной биомассы по району и численности усатых китов, сделанных Пекенье (30) и Маквилланом (41) (которая составила $1,71 \text{ г/м}^3$), степень агрегированности криля в этом районе и на акватории, соизмеримой с ареалом вида, и сравнительные данные уловов на скоплениях криля разного типа.

В результате подобных расчетов с использованием данных гидроакустического поиска и контрольных тралений нами установлено, что суммарная биомасса криля во всем районе моря Содружества и сопредельных водах (между $60-85^\circ \text{ в.д.}$ и 60° ю.ш. — кромкой льда на юге) составляет около 300 млн. тонн. Близкое значение (240 млн. тонн) подобным способом было найдено для западной трети индоокеанского сектора — между $30-60^\circ \text{ в.д.}$ (35).

Согласование результатов наших расчетов с данными Пекенье и Маквиллана по оценке суммарной биомассы криля дает нам основание с доверием относиться к этим данным. Очевидно, что суммарная биомасса криля во всем ареале составляет не более 1,5 млрд. тонн.

Как видно из изложенного, средняя биомасса криля в промышленном районе моря Содружества, полученная по данным работы промышленного флота ($3,11 \text{ г/м}^3$) и рассчитанная (40 г/м^3) существенно отличаются. Отношение первой величины к второй, очевидно, и соответствует уловистости применявшихся на промысле тралов:

$$\frac{3,11 \text{ г/м}^3}{40 \text{ г/м}^3} \cdot 100\% = 8\%$$

Резюмируя изложенное, можно, во-первых, не без основания считать работу судов на промысле крайне неэффективной, связанной с большими, чем необходимо, затратами времени и средств на добытое сырье; во-вторых, из-за явно низкой уловистости тралов данные по уловам непригодны для количественного учета запасов и последующего прогнозирования вылова. В этом экономический аспект рассматриваемой проблемы. Интенсивное процеживание через трал, включая вымывание доли улова из мешка, приводит к бесполезному уничтожению большой массы криля, который, как известно, является центральным звеном в экосистеме пелагиали антарктической зоны. Можно представить тот ущерб, который будет нанесен

природе в случае развития более интенсивного промысла криля подобным способом. В этом экологический аспект рассматриваемой проблемы.

Малозначное, безусловно, свидетельствует о необходимости коренным образом пересмотреть вопрос о способах и орудиях лова криля.

Запасы криля в промысловом районе моря Содружества позволяют изъятие 4-5 млн. тонн криля (изъятие в количестве 10% запаса, по мнению А.С. Богданова и Т.Г. Лабимовой (13), допустимо и не скажется отрицательно на экосистеме пелагиали). Объем изъятия криля только в наиболее продуктивных участках этого промыслового района (преимущественно в заливе Прюде) может составить не менее 1 млн. тонн. Однако в связи с несовершенством существующего способа лова фактический вылов может быть на уровне 100 тыс. тонн.

Особый интерес для промысла в будущем представляют разрозненные скопления криля (представленные в основном отдельными косяками) в океанической зоне. Они, благодаря, их высокой плотности и частой встречаемости, при условии эффективного облова могут обеспечить полную загрузку перерабатывающих мощностей современных судов: по расчетам косяки средних размеров (10 м высотой, 20-30 м протяженностью) оцениваются в 5-10 тонн. Кроме того, следует учесть, во-первых, что большая часть криля в океанической зоне в конечном счете составляет естественно элиминируемую часть популяции (естественная смерть), в связи с чем доля его изъятия промыслом может быть значительно большей, чем в прибрежной зоне арела, где, по нашему мнению (см. далее), воспроизводство популяции происходит в основном; во-вторых, эти скопления представлены в большинстве случаев крупными особями, более ценными для промысла, чем рачки из прибрежной зоны, где значительную долю улова составляет молодь.

Распределение икры и личинок криля и к вопросу о форме существования его популяции в индоокеанском секторе
Антарктики

Результаты обработки планктонных проб, собранных в разные годы в районе моря Содружества и сопредельных вод в сопоставлении с данными о распределении скоплений криля позволяют в

определенной степени судить о схеме его жизненного цикла в данном регионе.

Известно, что период размножения криля растянут и длится с ноября до апреля с максимумом в феврале (10). В связи с ледовыми условиями наши наблюдения в индоокеанском секторе Антарктики ограничивались обычно периодом декабрь – конец марта. В траловых уловах доля икромечущих самок как правило была невысокой – около 5-6% в среднем, однако в некоторых случаях она достигала более 40%. Вместе с тем сроки их появления и исчезновения в ловах в разных широтных зонах различны и хорошо согласуются со сроками освобождения последних ото льда. В океанической зоне интенсивный нерест наблюдается в январе, в прибрежной – в феврале-марте. Количество икринок криля в наших уловах планктонной сетью было невелико, что, очевидно, адекватно доле нерестующих самок в уловах тралом. Тем не менее, как видно из рис.2.8, наблюдениями в период выполнения повторных съемок в январе и феврале-марте 1978 г. вышеуказанное различие в сроках нереста рачков в океанической и прибрежной зонах в определенной мере подтверждается. Напомним, что разрезы построены вдоль 75° в.д. и пересекают обширные скопления криля в океанической зоне (между 60-62° ю.ш.) и в заливе Прюде (см.рис.2.3). В океанической зоне участки с максимальными количествами икринок в январе абсолютно совпадают с участками обнаружения промысловых скоплений криля в этот месяц. Причем при траловых обловах этих скоплений выявлена сравнительно большая доля нерестующих самок. Обнаружение большей части икринок на ^{не} больших глубинах, безусловно, свидетельствует о недавно прошедшем нересте рачков в поверхностном слое вод. Лишь незначительная часть икринок обнаружена в слое 200-500 и 500-1000 м. В феврале-марте в океанической зоне икринки не были встречены вовсе.

Содержание личинок криля в ловах в океанической зоне и в январе и в феврале-марте 1978 г. (рис.2.9, 2.10), как и в январе 1975 и марте 1977 гг. (рис.2.11, 2.12), было незначительным, вместе с тем претерпевая изменения со времени. Так, в январе 1978 г. личинки в очень небольшом количестве встречались лишь на отдельных участках исследованной акватории, причем в южной прибрежной они встречены на сравнительно большой площади. В феврале-марте в океанической зоне они практически исчезли, в то время как в прибрежной зоне – в районе залива Прюде и особенно над отмелью

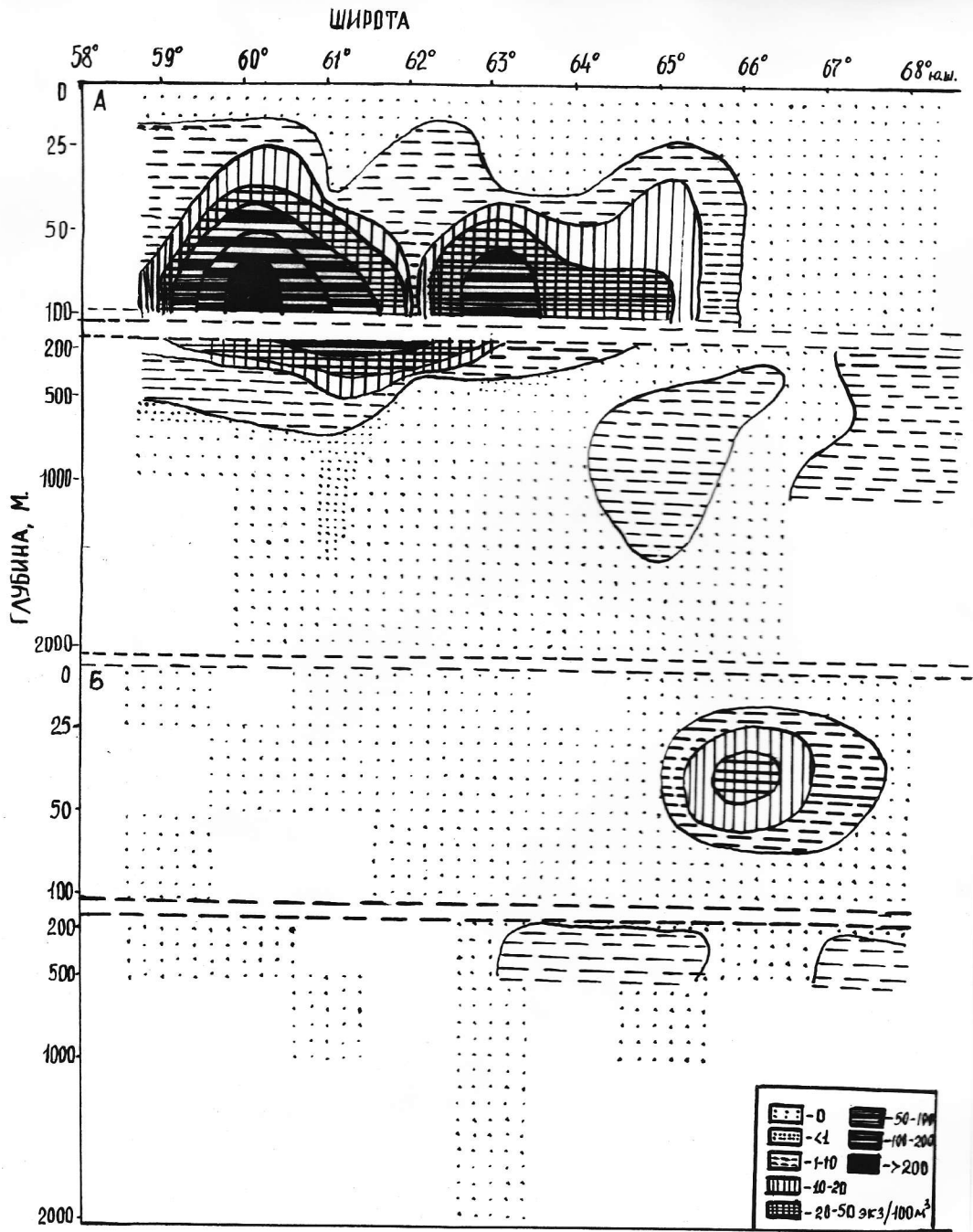


Рис.2.8. Вертикальное распределение икры кряля вдоль 75° в.д. в январе (а) и феврале-марте (б) 1978 г.

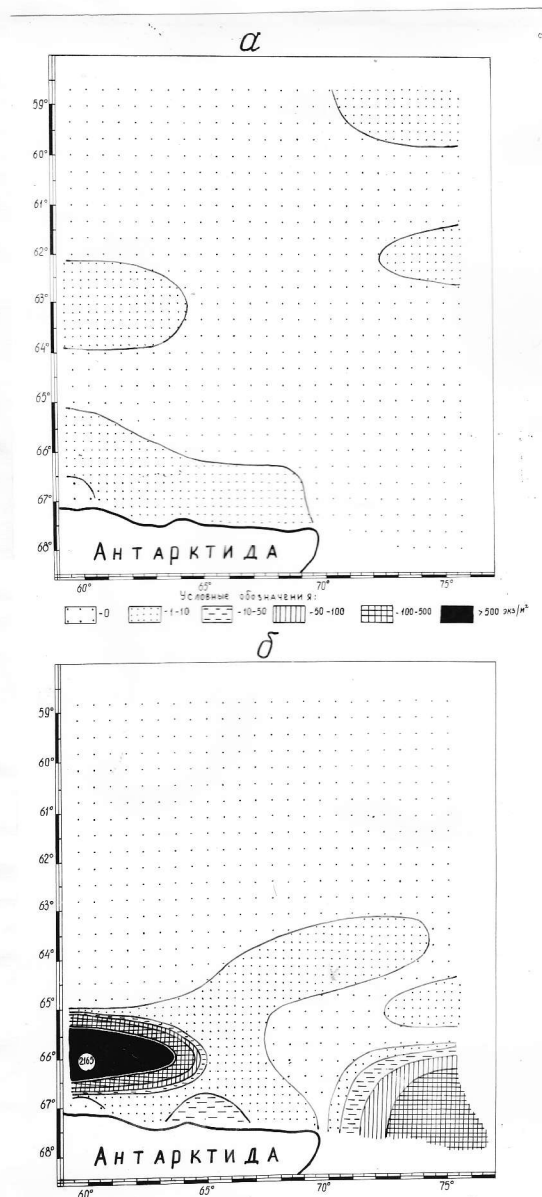


Рис. 2.9. Распределение личинок криля на экватории района моря Содружества и сопредельных вод в верхнем 500-метровом слое вод в январе (а) и феврале-марте (б) 1978 г.

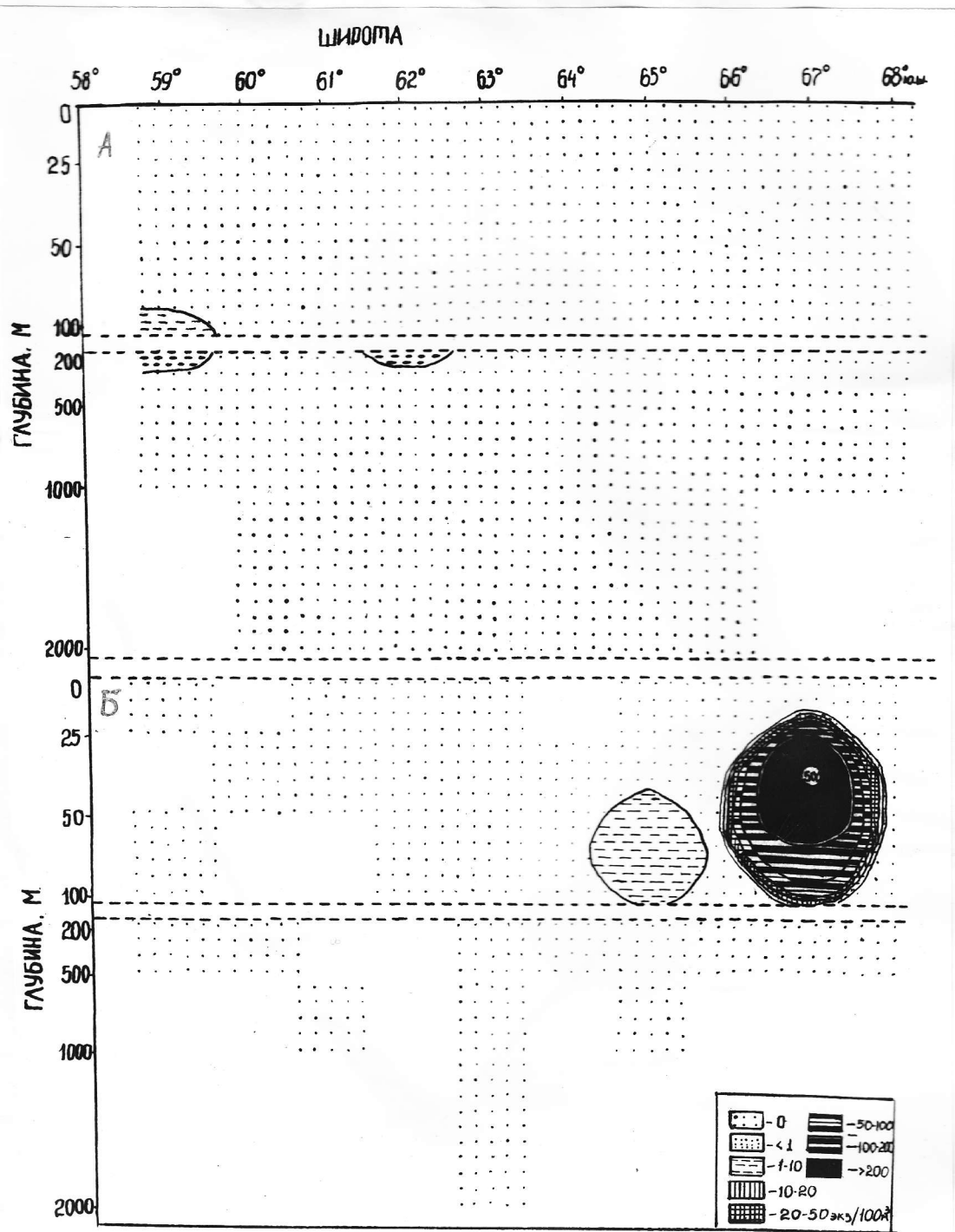


Рис.2.10. Вертикальное распределение личинок крыля вдоль 750 м.д. в январе (а) и феврале-марте (б) 1978 г.

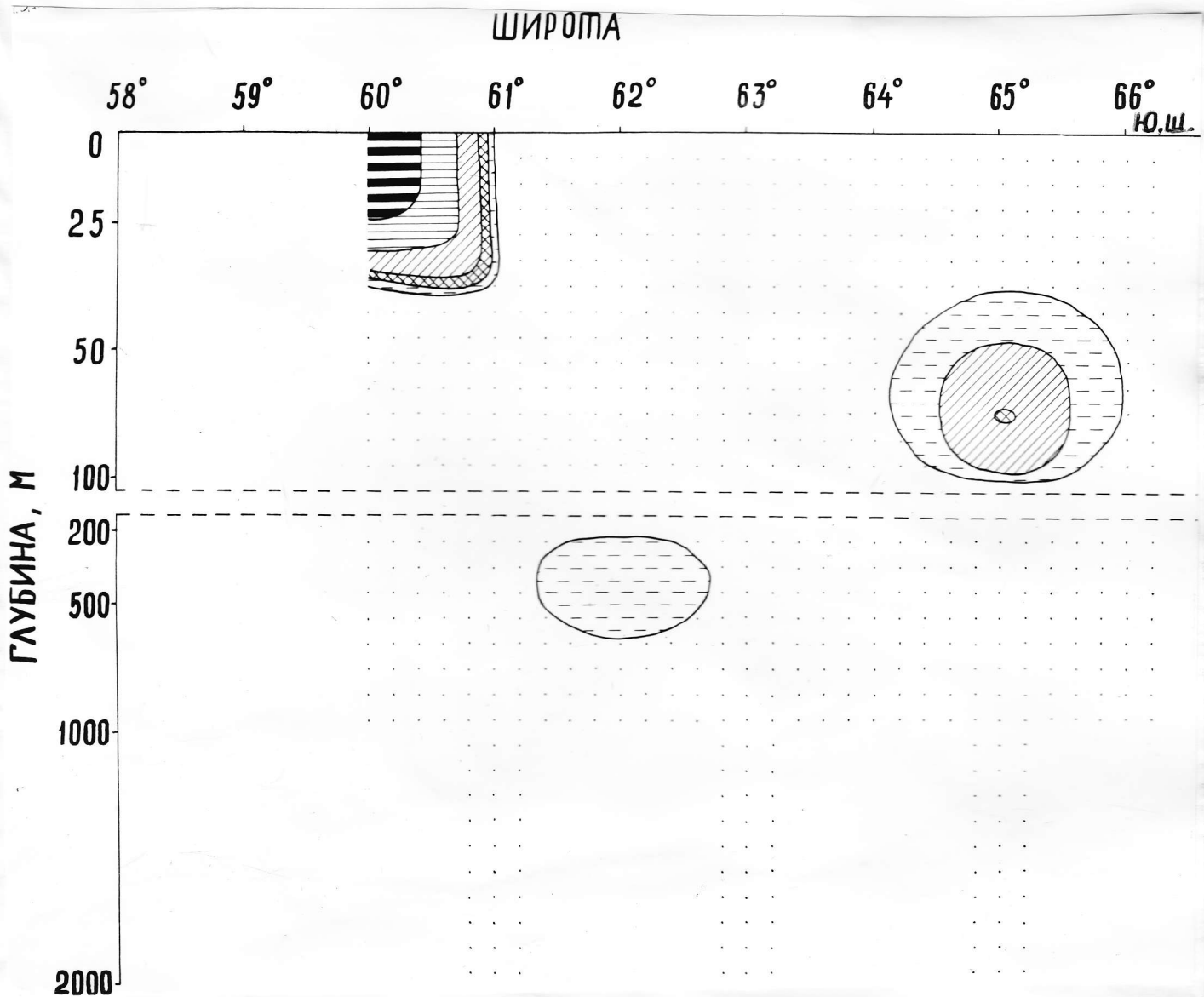


Рис. 2.11. Вертикальное распределение личинок криля (преимущественно калиптопис) вдоль 75° в.д. в январе 1975 г. (Условные обозначения те же, что на рис. 2.12).

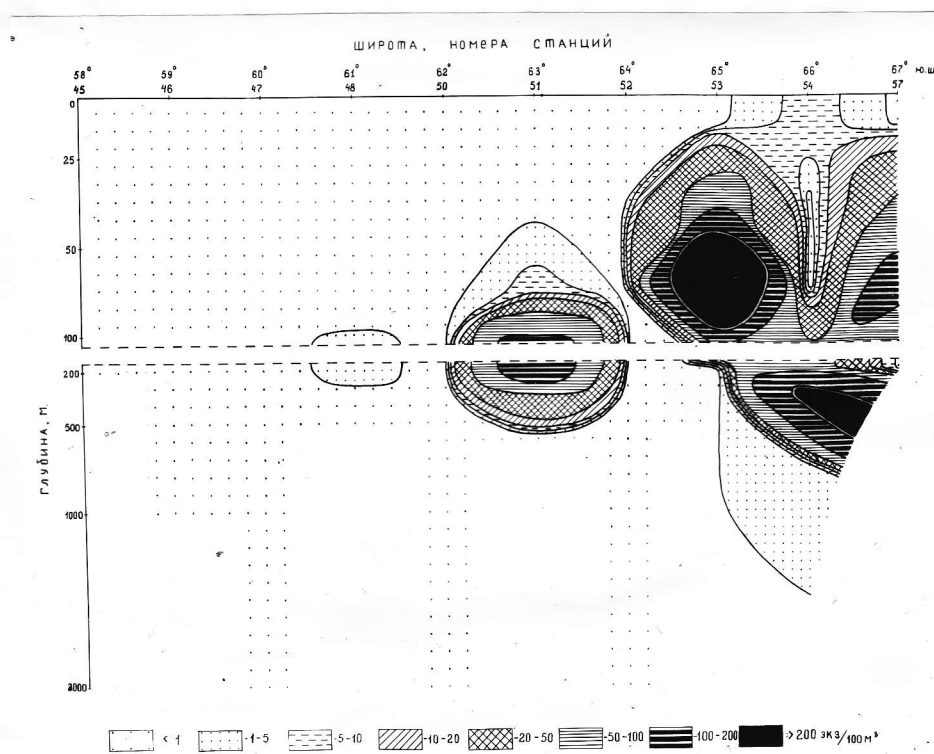


Рис.2.12. Вертикальное распределение личинок кривля (калптонис, фурцилия) вдоль 75° в.д. в марте 1977 г.

у Земли Эндерби их количество было максимальным. Большое количество личинок было над отмелью залива Праде в конце марта 1977 г. (рис. 2.12). Подавляющее большинство личинок почти во всех указанных случаях было на ранних стадиях фазы калиптоис. Лишь в конце марта 1977 г. в заливе Праде они состояли из калиптоис и фуриция на разных стадиях.

Как видно из рис. 2.10, 2.11, 2.12, в глубоких слоях воды (до 2000 м) в океанической зоне личинок не обнаружено вовсе. Если они здесь и встречались, то не глубже 200 м. В прибрежной зоне высокие концентрации личинок можно было обнаружить и в верхнем 100-метровом слое и глубже — практически у самого дна (рис. 2.12).

Приуроченность максимумов личинок к прибрежной зоне моря Содружества, несомненно, объясняется тем же основным фактором, который обуславливает образование здесь промышленных скоплений криля, — аккумулярующим эффектом течения. По всей видимости, здесь реализуется известная схема развития животных по "малому кругу": выметанная икра, погружаясь (возможно, даже достигая дна), инкубируется в пределах перитической зоны, вылупившиеся личинки затем сравнительно быстро успевают подняться в верхние, богатые кормом слои воды. При этом не исключено, что часть выметанной животными икры в океанической зоне, не успевая затонуть, может быть занесена в прибрежную зону промежуточной субтропической водной массой. Однако, надо полагать, такая судьба возможна лишь для небольшой части икринок, да и то из близлежащих участков, поскольку, во-первых, сама скорость переноса этих вод невелика, на несколько порядков уступает скорости погружения личинок, во-вторых, в связи с неоднородностью потока вод происходит естественная диффузия икринок, что еще более усугубляет их естественную элиминацию.

Отсутствие крупных скоплений личинок в океанической зоне, несмотря на наблюдающийся здесь интенсивный ⁴рест рачков, можно объяснить главным образом тем, что большая часть икринок успевает затонуть, прежде чем произойдет выклев из них личинок. Однако сам факт обнаружения личинок на ранних стадиях развития в зонах, удаленных от прибрежной, наводит на мысль, что в океанической

зоне все же имеются условия, препятствующие погружению икринок на большие глубины. Возможно, что своеобразным "дном", где происходит инкубация икринок, служат сезонный пикноклин в поверхностной антарктической водной массе, либо пограничная зона между этой водной массой и промежуточной субтропической. Представляется более вероятным все же первый вариант. Развивая эту мысль, можно предположить не без основания, что этот фактор в условиях Антарктики не безупречен: интенсивная циклоническая деятельность часто приводит к разрушению слоя пикноклина, в результате "дно" становится "дырявым", икринок беспрепятственно погружаются на большие глубины, откуда, если и произойдет выклев, личинки не в состоянии самостоятельно подняться в поверхностный слой. Кроме того, низкие концентрации личинок, обнаруживаемых в океанической зоне, в определенной степени объясняются неоднородностью и неустойчивостью гидрологических условий, приводящих к диффузии даже имеющихся скоплений — аналогично тому, как этой описано нами ранее в отношении промысловых скоплений криля.

Таким образом, обсуждение имеющегося у нас материала дает определенное основание для подтверждения существующего предположения (см. ранее) о том, что эффективный нерест криля возможен лишь в мелководных участках, изолированных от открытого моря системой течений, препятствующих выносу икры живородных в зоны с большими глубинами. Большая часть икры, выметанной вдали от таких участков, погибает, а сами рачки при этом составляют стерильно экспатрирующую часть популяции. Лишь незначительная их часть, очевидно, сносится обратно к прибрежной зоне, благодаря чему несколько повышается эффективность воспроизводства популяции. (Нами ранее описан случай такого сноса больших плотных скоплений криля, наблюдавшегося в I-м рейсе НПС "Мыс Островского").

Справедливость мнения о роли мелководных зон и изолирующих течений подтверждает и данные о количественном распределении криля и его личинок в ареале вида (10): громадная доля популяции сосредоточена в западной части атлантического сектора Антарктики, где эти благоприятные орографические и гидрологические условия в наибольшей степени выражены.

Распределение икры и личинок эвфаузиевых в море
Содружества в феврале 1979 г.

Сбор личинок эвфаузиевых в 13 рейсе РТМ-А "четыре-даг" производился одновременно со сбором зоопланктона на экватории между 60 и 80° в.д. и 60° ю.ш. — кромкой льда на юге в феврале 1979 г.

Сбор осуществлялся сетью БР-80/113 в стандартных слоях 2000-1000, 1000-500, 500-200, 200-100, 100-50, 50-25 и 25-0 м с интервалом через 1° по широте и 5° по долготе. Обработано 260 проб.

В пробах обнаружены икра, науплиусы, метанауплиусы эвфаузиевых, личинки (калпиптоисы и фуриллии на разных стадиях развития) преимущественно трех видов антарктических эвфаузиид — *Euphausia superba* Dana, *Euphausia frigida* и *Thysanoezza macrura*.

Следует указать на трудность идентификации икры эвфаузиевых. Не исключены при этом ошибки. Наряду с размерами и формой при идентификации икры *E. superba* учитывалось ее распределение, приуроченность к местам скопления взрослых животных. Столь же затруднен процесс определения личинок на стадии науплиуса и метанауплиуса. Начиная со стадии калпиптоис, личинки эвфаузиевых имеют характерные признаки, которые позволяют точно определить стадию и вид.

Распределение икры *Euph. superba* (?) на обследованной экватории было неравномерным (рис. 2.13).

Сравнительно большое количество икры эвфаузиевых *E. superba* (?), находящейся в рассеянном состоянии, было на разрезах вдоль 70 и 75° в.д. в слое 100-1000 м (рис. 2.14). Максимум численности икры наблюдался в поверхностном 100-метровом слое прибрежной зоны. На разрезе вдоль 70° в.д. в прибрежной зоне в слое 400-200 м наблюдался выклев науплиев из икры. Наличие пятен с высокой концентрацией икры в верхнем 100-метровом слое свидетельствует о недавно прошедшем нересте эвфаузиевых.

Сравнительно большое количество икры *E. superba* (?) находилось в 100-1000-метровом слое в рассеянном состоянии и на разрезе вдоль 80° в.д., но максимум наблюдался в океанической зоне (рис. 2.14). Пятна меньшей концентрации икры *E. superba* (?)

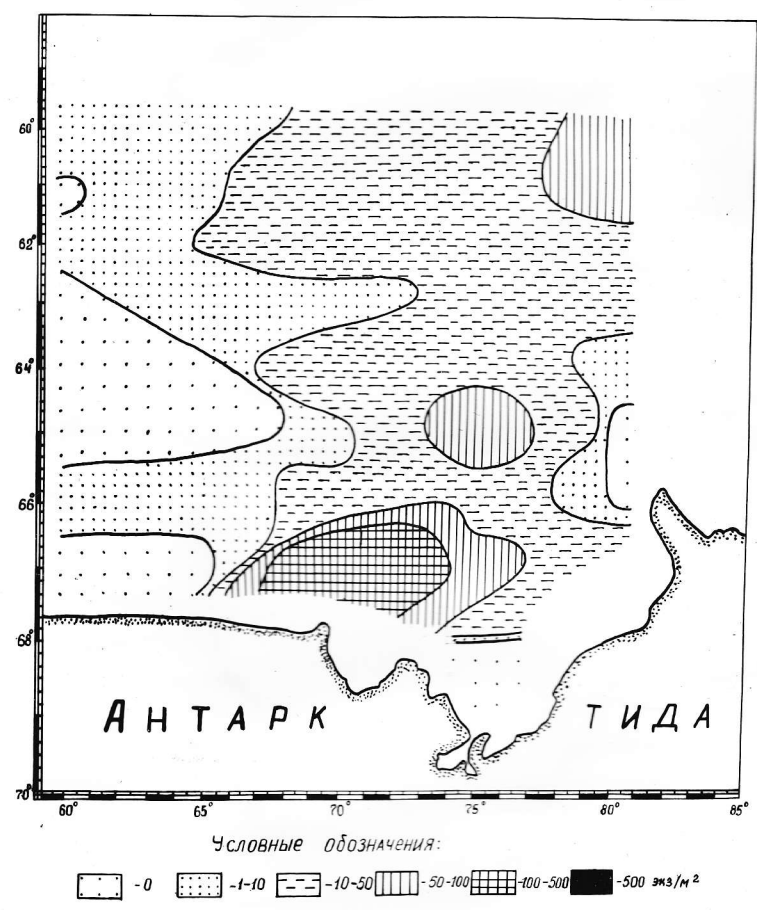


Рис.2.13. Распределение икры эвфаузиевых (*E. superba* ?) на акватории района моря Содружества в верхнем 500-метровом слое в феврале 1979 г.

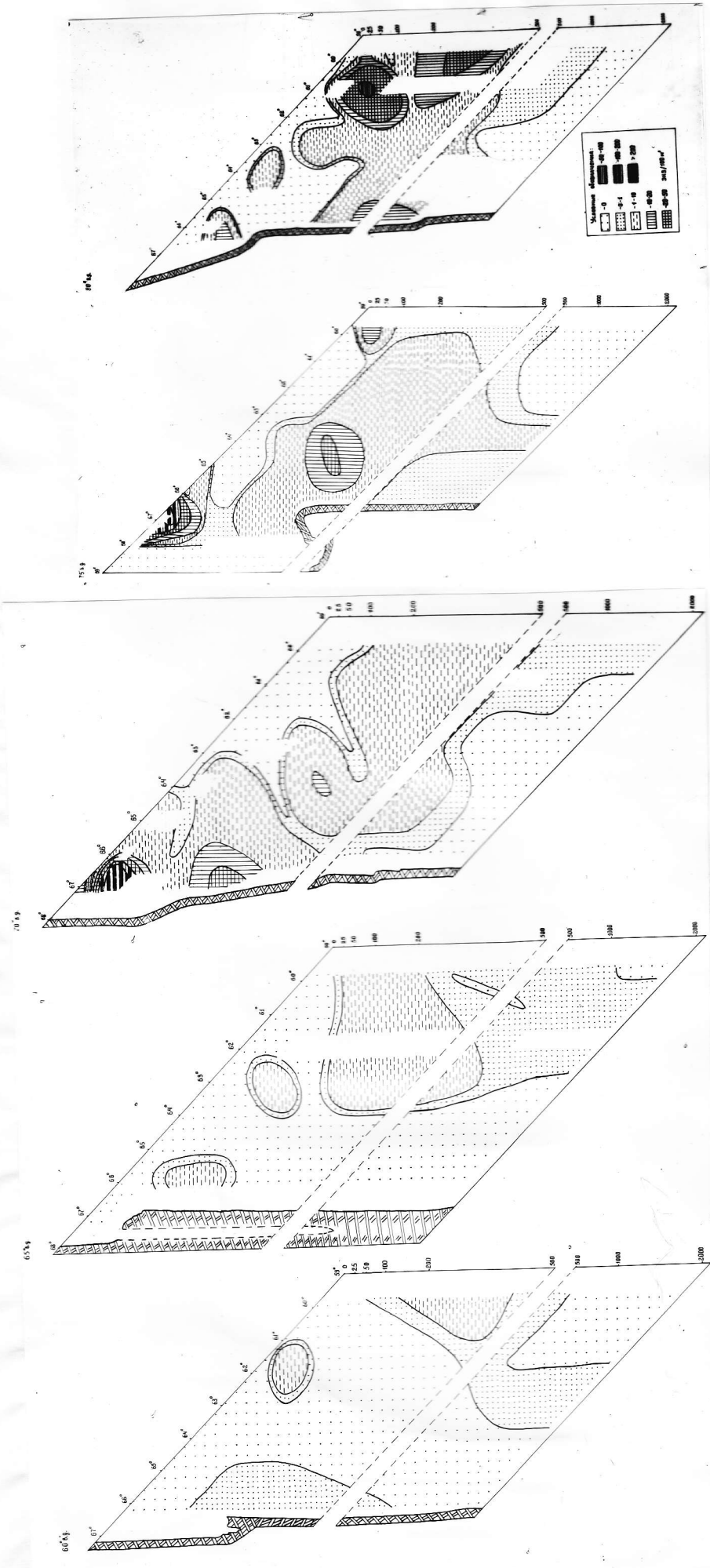


Рис. 14. Борьбальное распределение икры *E. superba* (?) на разрезе
вдоль 60, 65, 70, 75 и 80 м. д. в феврале 1979 г.

распределялись неравномерно на разрезах вдоль 60 и 65° в.д. (рис. 2.14).

Науплии и метанауплии эрфаузиевых встречены на разрезе вдоль 75° в.д. в прибрежной зоне в слое 500–200 и 2000–1000 м. и были не многочисленны (рис. 2.15). Следует отметить, что в II–12 рейсах НИС "Скиф" в 1977 г. и по материалам II рейса РТМ-А "четыре-даг" на глубинах от 500 до 2000 м на огромной акватории моря Содружества, ограниченной на севере субантарктической конвергенцией, не обнаружено ни икры, ни метанауплиусов.

Личинки *Euphausia superba* Dana были обнаружены в небольшом количестве в восточной и южной части района (рис. 2.16).

На разрезе вдоль 75° в.д. личинки *Euphausia superba* на стадии калиптолис и фурцилия найдены в значительном количестве в прибрежной зоне в слое 0–100 м (рис. 2.17).

Личинки *Euphausia frigida* на стадии калиптолис и фурцилия наблюдались в небольших количествах в северной части обследованной акватории (рис. 2.18). Так, на разрезе вдоль 75° в.д. личинки *E. frigida* на стадии калиптолис и фурцилия распределялись неравномерно в слое 0–200 м. Ниже 200 м личинки вообще не обнаружены (рис. 2.19).

Личинки *Thysanoessa macrura* на стадии калиптолис встречались в прибрежной части, а на стадии фурцилия – на всей акватории (рис. 2.20). Исключение составлял разрез вдоль 75° в.д., где личинки *Thysanoessa macrura* на стадии калиптолис найдены в незначительном количестве в прибрежной зоне в слое 25–200 м, в то же время личинки на стадии фурцилия в большом количестве в слое 0–200 м обнаруживались в океанической и прибрежной зоне (рис. 2.21). Максимальное количество личинок *Thys. macrura* составляло 2037 экз./100 м³. В слое воды ниже 200 м личинки практически отсутствовали.

Таким образом, распределение личинок 3 видов эрфаузиид в море Содружества в феврале 1979 г. было неодинаковым:

I. Личинки *Euphausia superba* Dana найдены в южной и восточной части района в незначительном количестве в слое 0–200 м. Их максимум составлял 119 экз./100 м³.

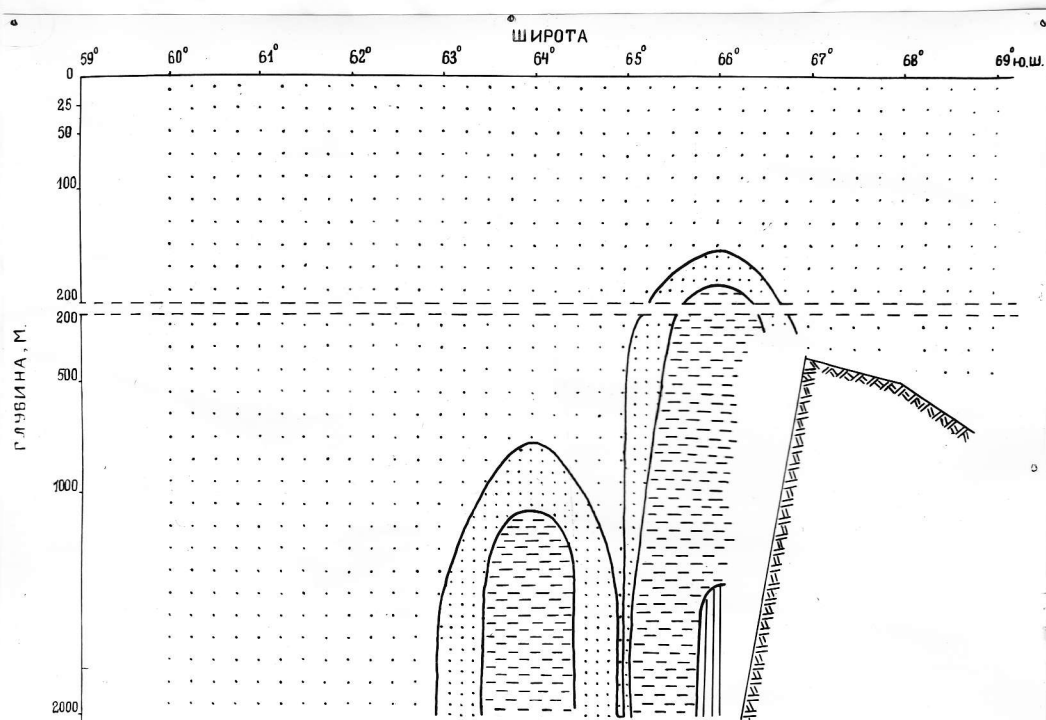


Рис. 2.15. Распределение изотерм и метантепмусов геофизических на разрезе вдоль 75° в.д. в феврале 1979 г. Условные обозначения те же, что на рис. 2.14.

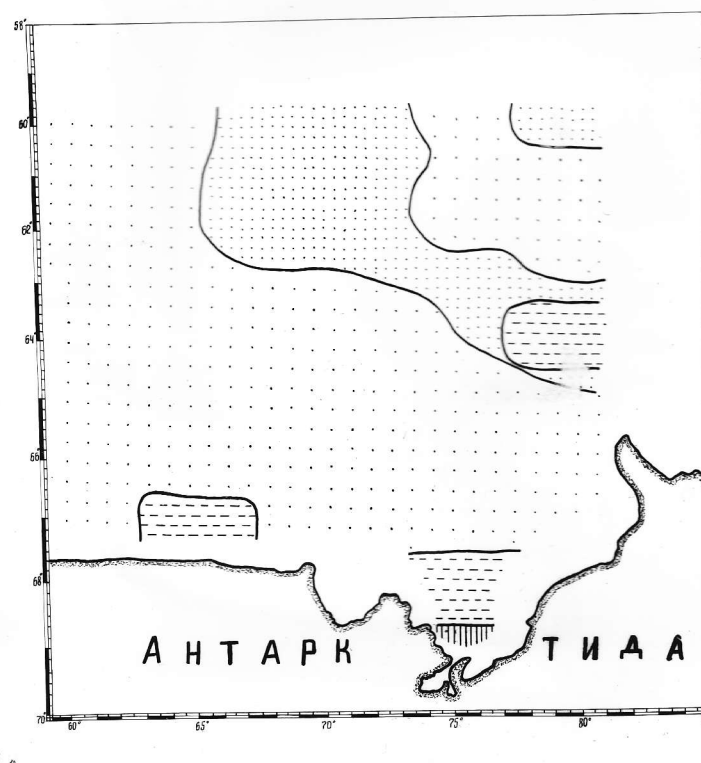
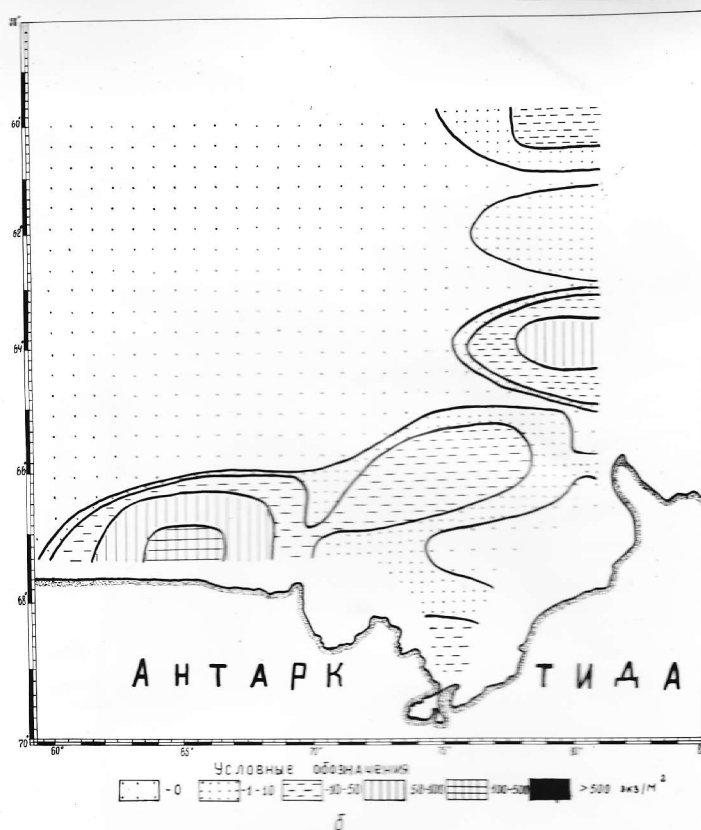
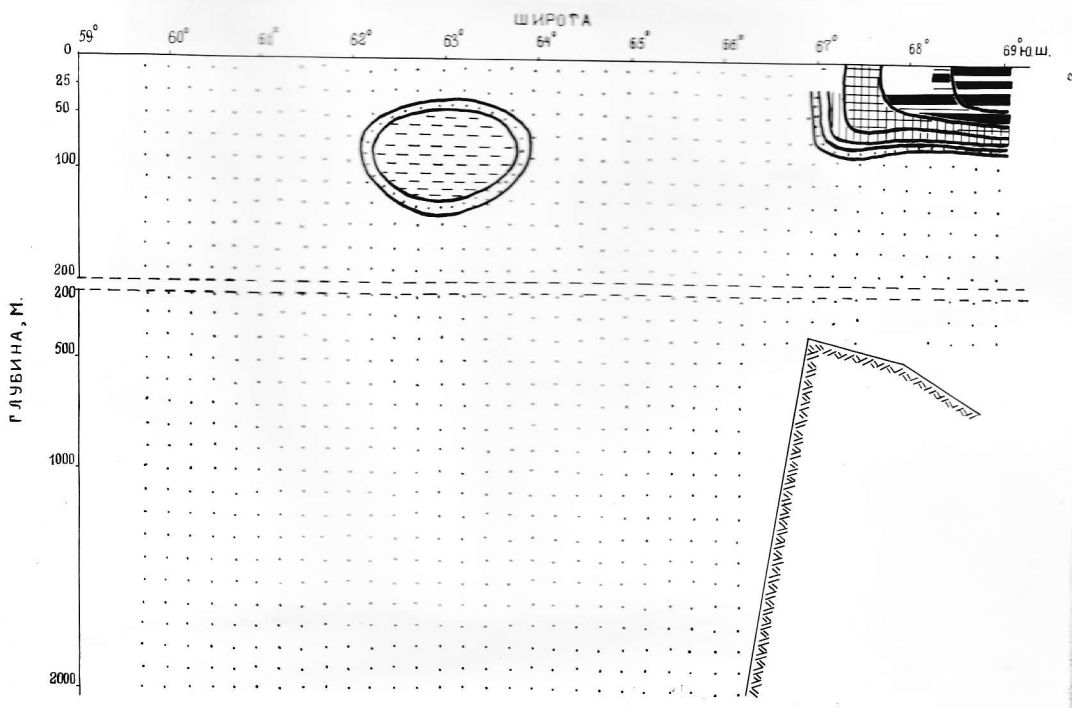
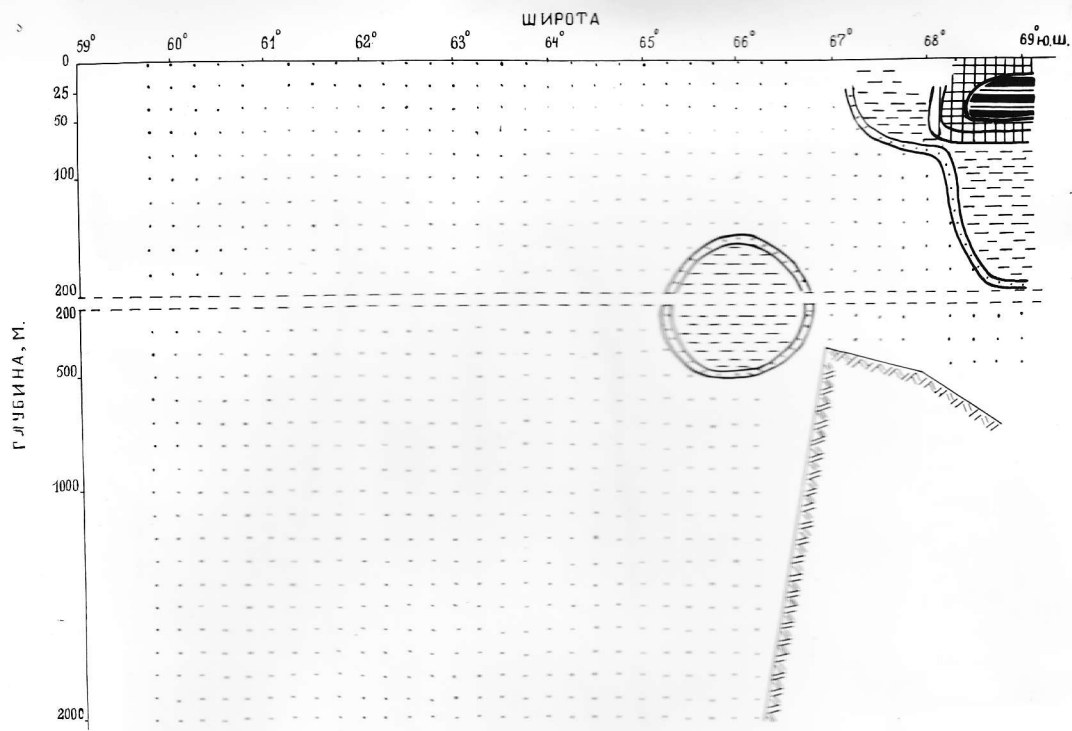


Рис. 2.16. Распределение личинок *E. superba* на экватории района моря Содружества в верхнем 500-метровом слое в феврале 1979 г. (а - каллиптонысы, б - фуриллины).



б

Рис.2.17. Распределение личинок *E. supracava* на разрезах вдоль 75° в.д. в феврале 1979 г. (а - Калмыкия, б - Фурцилий).

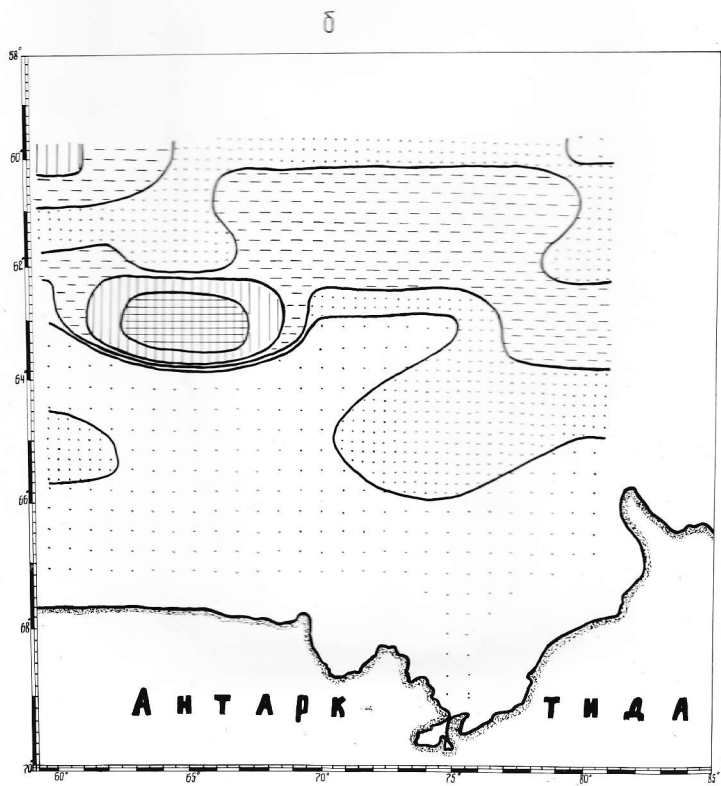
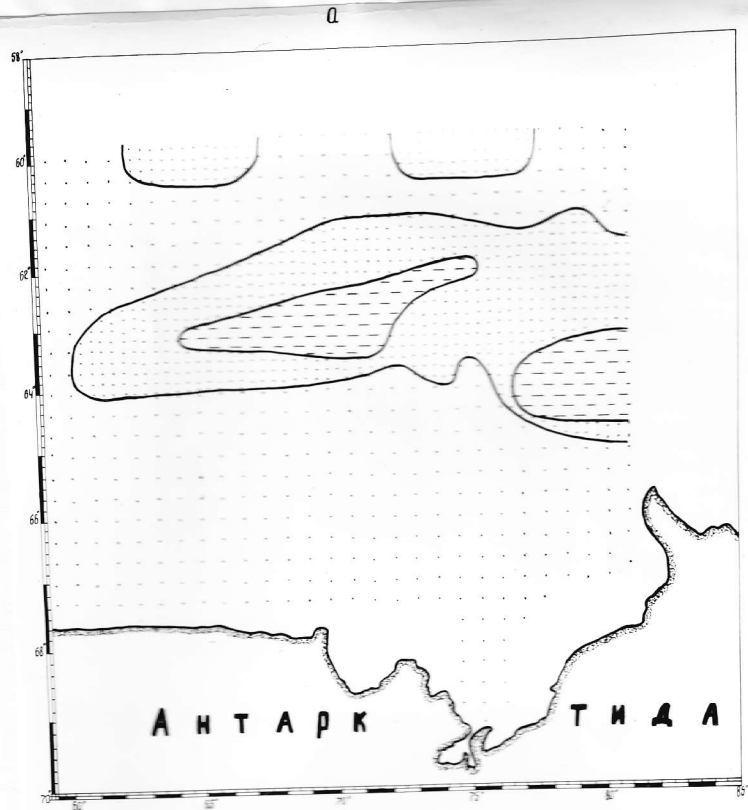


Рис.2.18. Распределение личинок *Euphausia frigida* на экватории района моря Содружества в верхнем 500-метровом слое в феврале 1979 г. (а - каллиптописы, б - фурцилии).

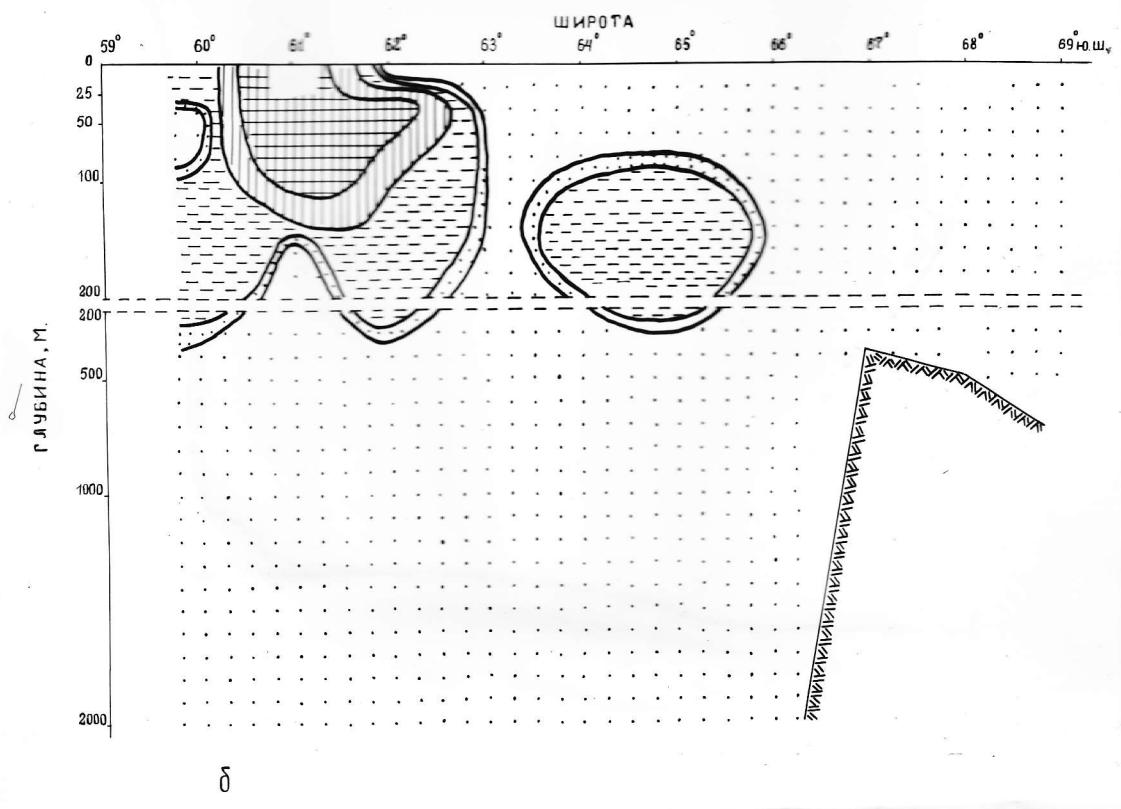
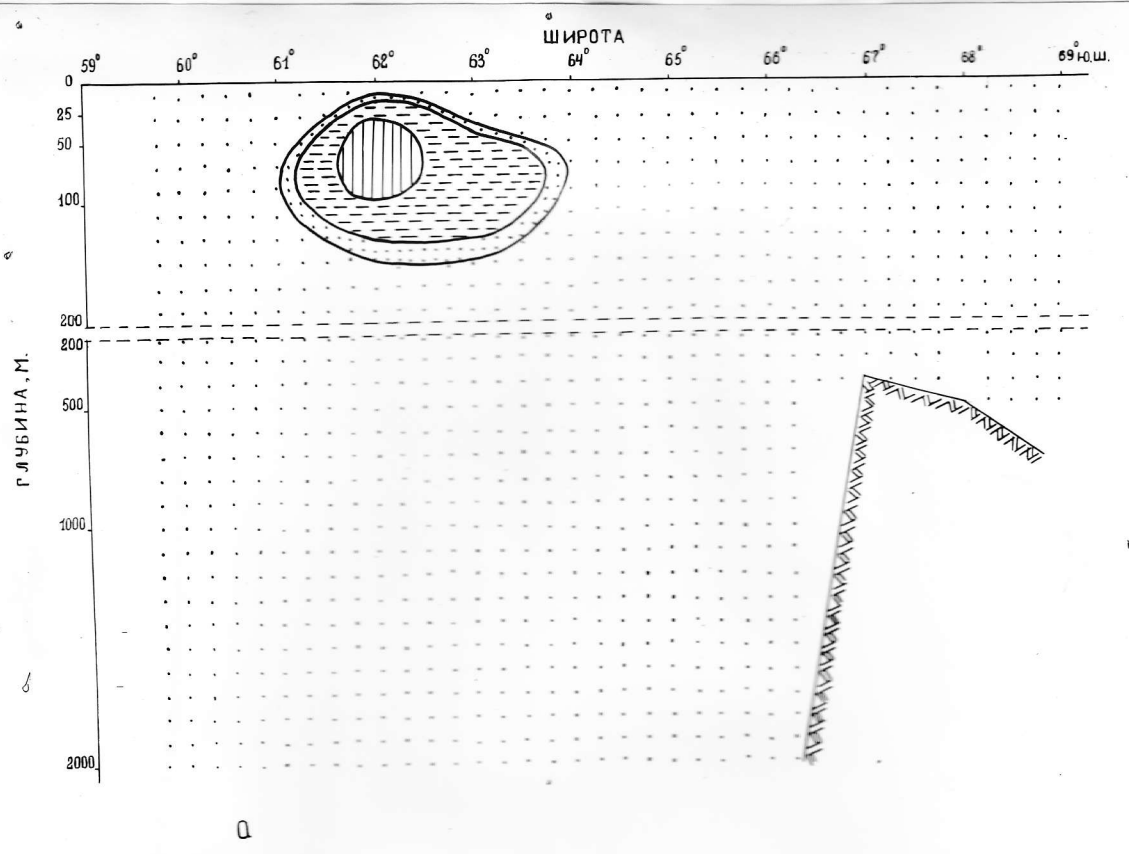


Рис. 2.19. Распределение личинок *E. frigida* на разрезе вдоль 75° в.д. в феврале 1979 г. (а - калитопмес, б - Фурцилли).

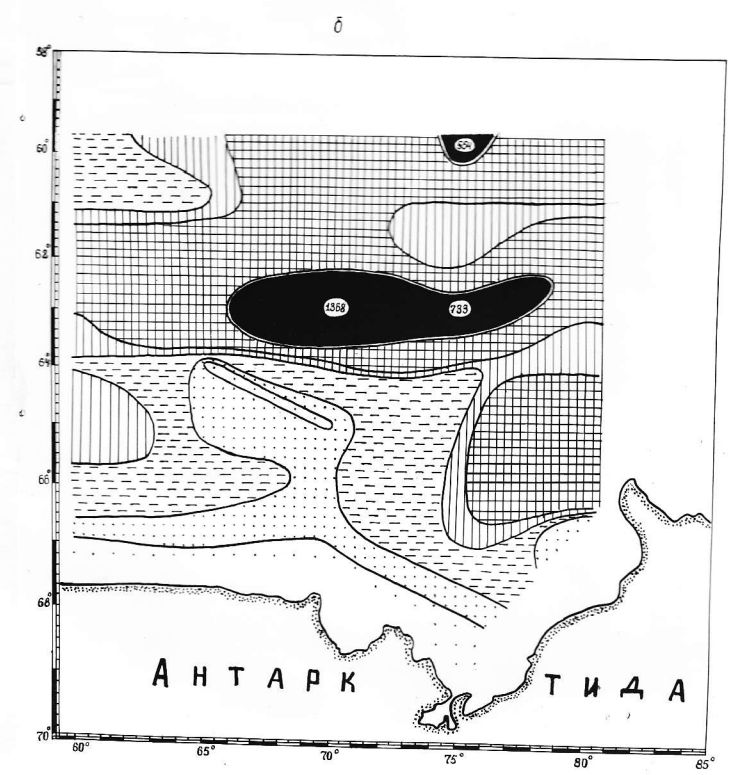
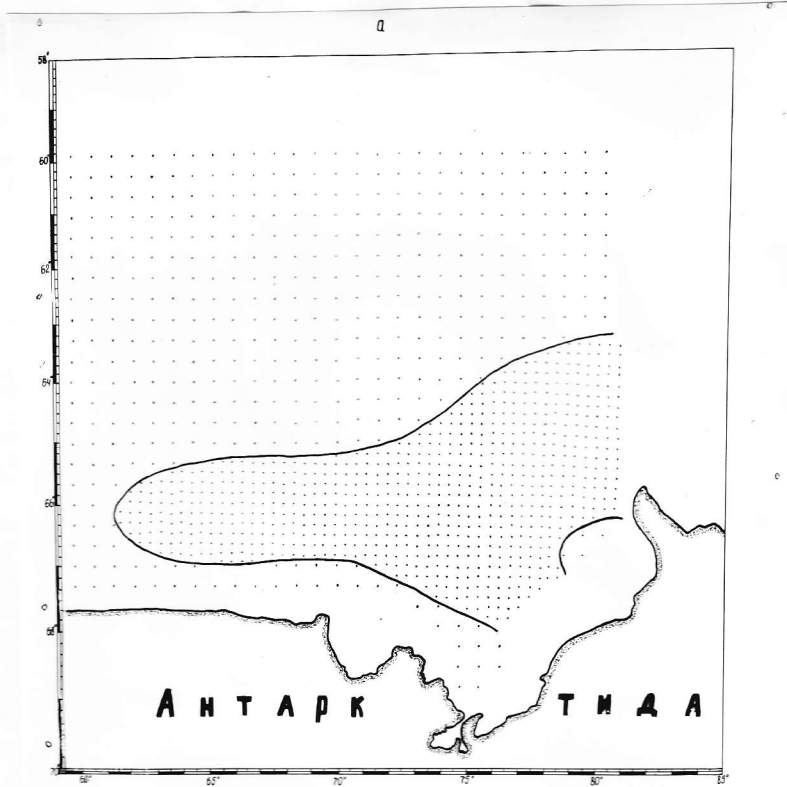
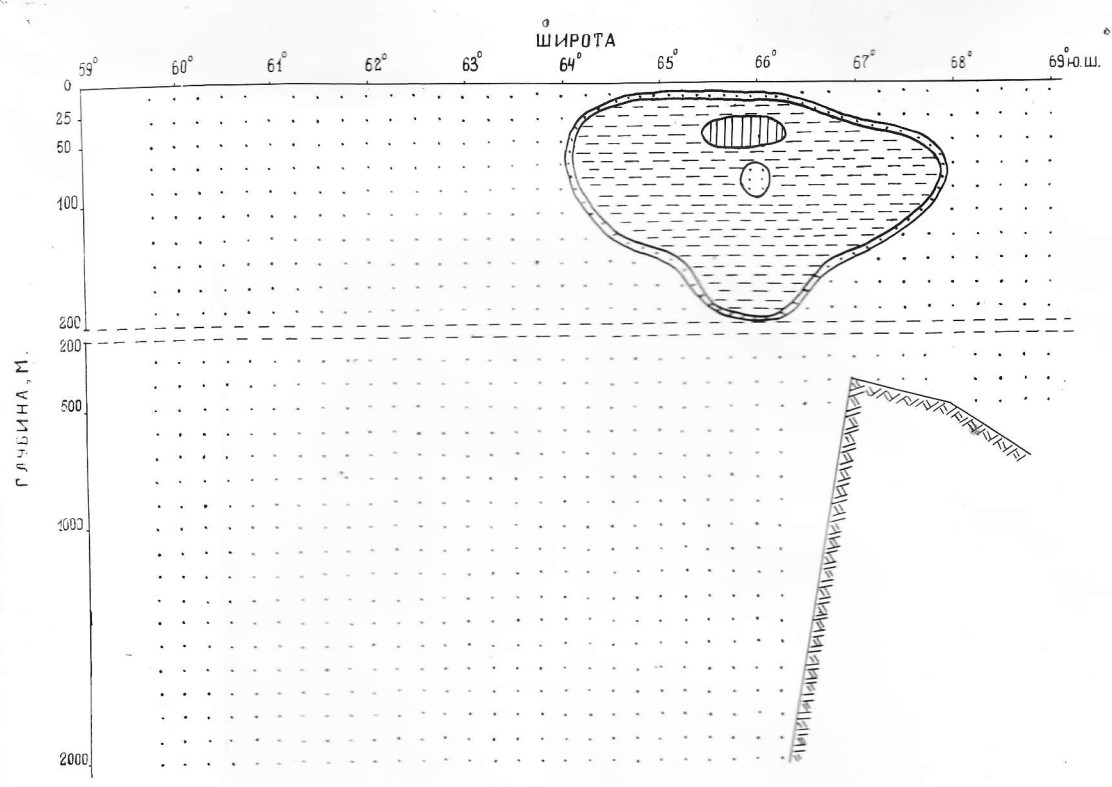
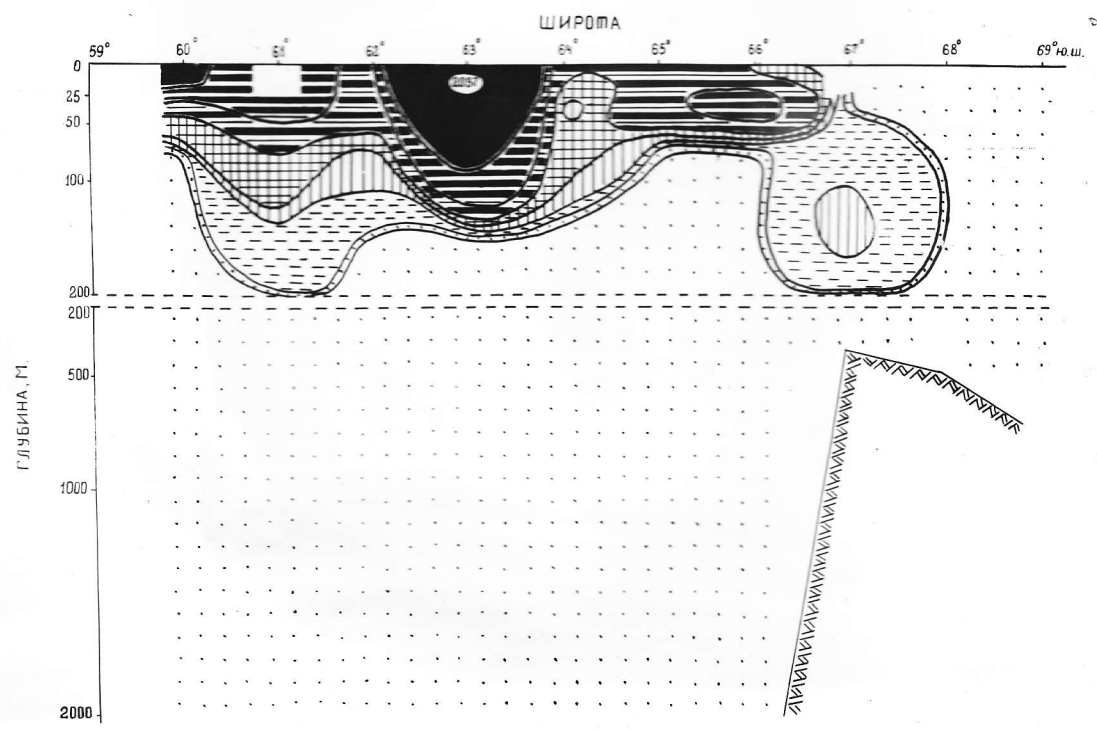


Рис.2.20. Распределение личинок *Thysanoessa macrura* на экватории района моря Содружества в верхнем 500-метровом слое в феврале 1979 г. (а - калиптописы, б - фуриллии).



а



б

Рис. 2.21. Распределение личинок *Thysanopyga maculosa* на разрезе вдоль 75° в.д. в феврале 1979 г. (а - каллитомсы, б - фурцилии).

2. Личинки *Eurytemora frigida* обнаружены в океанической зоне обследованной акватории в слое 0-200 м.

3. Личинки *Thysanessa* также встречались на всей акватории. Максимум численности составил 1368 экз/м² в слое 0-500 м. Ниже 200 метров личинки не обнаружены.

3. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРИЛЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Изучением закономерностей распределения и биологии антарктического криля в антарктической зоне Индийского океана АзчерНИРО и Управление "Крыбпромразведка" занимаются с 1972 г. Однако, все это время исследования носили односторонний характер, касаясь в основном изучения криля в летний период. В связи с этим необходимость в изучении закономерностей распределения и биологии антарктического криля в зимний период становится очевидной.

Материал по распределению и биологии антарктического криля в зимний период был собран в рейсе РТИ-А "Четыр-Даг" в период с июня по август 1973 г. Данные по распределению и биологии криля получены в результате гидрологической, экологической и траловой съемок, выполненных в районе между 30 и 60° в.д. и 59° ю.ш. и кромкой плавучих льдов на юге.

Ввиду постоянной штормовой погоды, разреженного состояния криля, плохой видимости и наличия блинчатого льда на поверхности моря, траления на станциях осуществлялись не крилевым тралом, а батипелагическим тралом Айзекса-Кидда.

С целью обнаружения скопления криля в поверхностном слое воды на всех океанографических станциях обследовался 10-метровый слой воды тралом Айзекса-Кидда в течение 10 минут. В августе в районе 60° ю.ш. вдоль кромки льда обследовались горизонты 10, 100 и 200 м в течение 10, 20 и 30 минут соответственно (53).

Схема траловых станций представлена на рис.3.1.

Дополнительно были использованы данные, собранные в рейсе РТИ-А "Четыр-Даг" в летний период (декабрь 1972 - март 1973 гг.) (54).

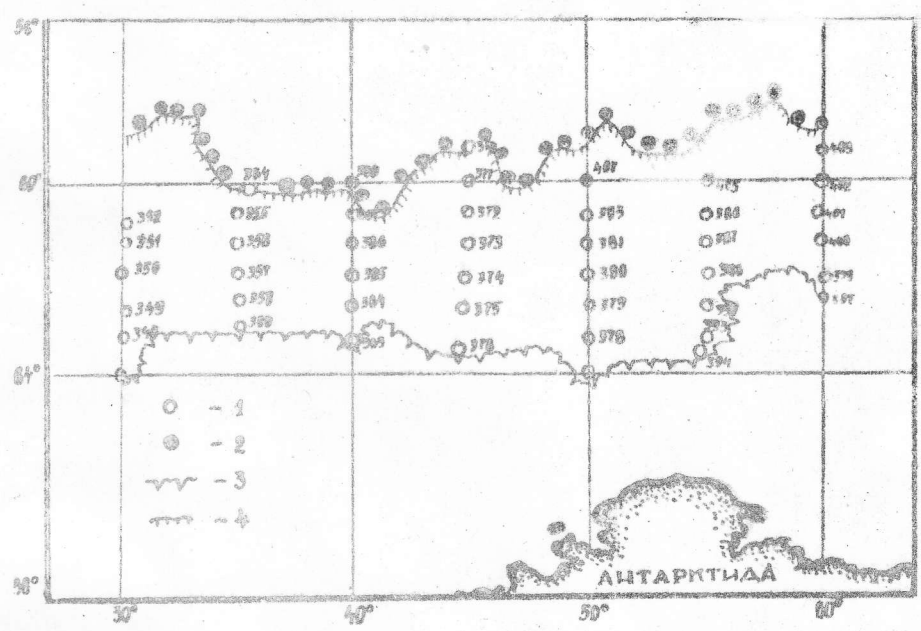


Рис. 3.1. Схеме комплексных (1) и траловых (2) станций, выполненных в зимний (июнь-август) период 1973 г., и положение кромки льдов в июне (3) и в августе (4).

Анализируя горизонтальное распределение криля в зимний период, необходимо прежде всего отметить, что ранее, в летний период (декабрь 1972 - март 1973 гг.) криль встречался по всей исследованной экватории с центрами наибольшей встречаемости (от 200 до 1000 экз. за 10 мин. траления) в точках 64° ю.ш. 35° в.д., 40° ю.ш. 45° в.д. и 62° ю.ш. 60° в.д. (рис. 3.2.а). Первое скопление находилось в восточной части циклонического круговорота, второе и третье - в зонах с антициклонической циркуляцией вод (рис. 3.3). В течение декабря - января в поверхностном слое воды постоянно наблюдались скопления криля в виде "гитен", а эхолотом фиксировались косяки, находящиеся в поверхностном 0-50 метровом слое воды (рис. 3.4). Вблизи отступающей на юг кромки льда криль встречался более часто, чем в открытой части. Северная граница встречаемости криля проходила по $58^{\circ}30'$ ю.ш.

В зимний период (июнь-август 1973 г.) по данным визуальных и гидроакустических наблюдений скоплений криля в исследованном районе не наблюдалось. Можно отметить лишь две случая записи эхолотом небольших косяков криля. Облов этих косяков крилевым тралом и тралом Айзекса-Кидда не дал положительных результатов: криль в уловах был в единичных экземплярах. По данным траловой съемки криль также встречался в незначительных количествах. Так, в июне из 46 траловых станций криль обнаружен всего в 11 случаях в количестве от 1 до 135 экз. за 10 мин. траления. Центр наибольшей встречаемости (от 14 до 135 экз. за 10 мин. траления) находился в координатах $62^{\circ}40'$ ю.ш. 55° в.д. (рис. 3.2, б).

Сопоставляя горизонтальное распределение криля с картами течений в этот же период, следует отметить, что криль встречался во фронтальной зоне между циклоническими и антициклоническими круговоротами поверхностного слоя вод, т.е. в струе течения, направленного в юго-восточном направлении, с максимумом встречаемости в зоне между двумя циклоническими и одним антициклоническим круговоротами вод (рис. 3.2, б; 3.5).

В период с июня по август наблюдалось интенсивное льдообразование. Кромка плавающих льдов за это время сместилась с 64° до 60° ю.ш. Во время тралового поиска вдоль кромки льда (см. рис. 3.1) криль встречался в уловах трала Айзекса-Кидда также, как и в июне, в небольших количествах - от 1 до 37 экз. за 10 мин. траления (рис. 3.2, в). Его северная граница встречаемости проходила также как и летом по $58^{\circ}30'$ ю.ш.

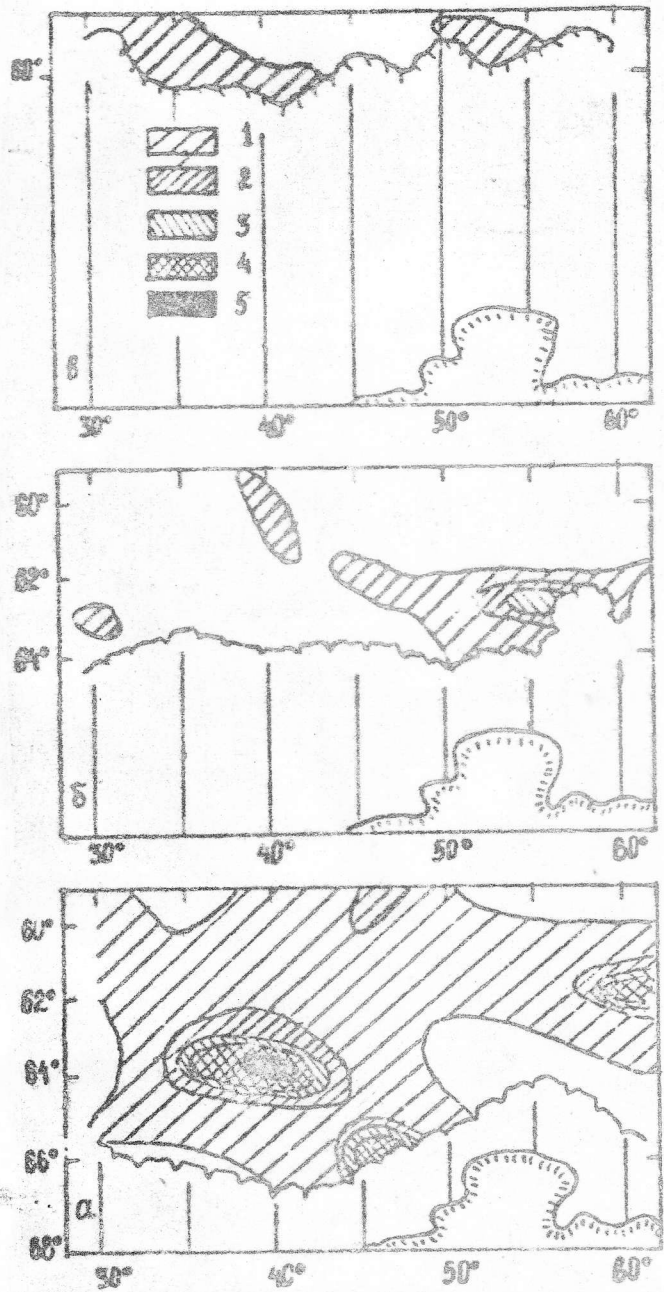


Рис. Распределение криля по уловам трала Айзекса-Кидда в поверхностном 10-метровом слое воды, а-в декабре 1972 г., б-в январе 1973 г., в-в августе 1973 г.
 1) 1-50, 2) 50-100, 3) 100-200, 4) 200-500, 5) 500-1000 экз/10 мин. траления.

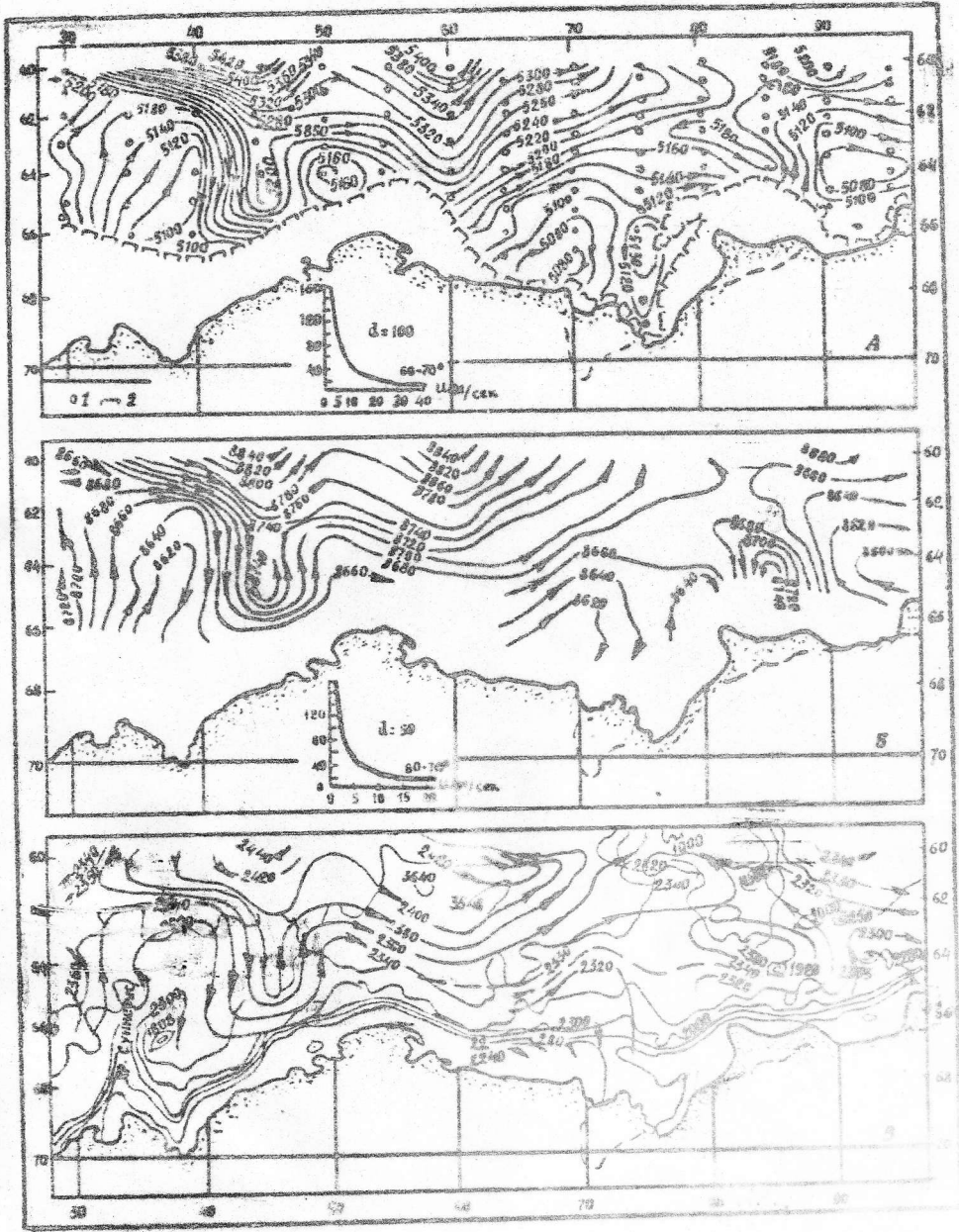


Рис. 3.3. Динамическая топография летом 1972-1973 гг (относительно 2000 дб) в условных дин.см: А-поверхность, Б-500 дб, В-1000 дб; 1-океанографические станции, 2-кромка плывучих льдов (55).

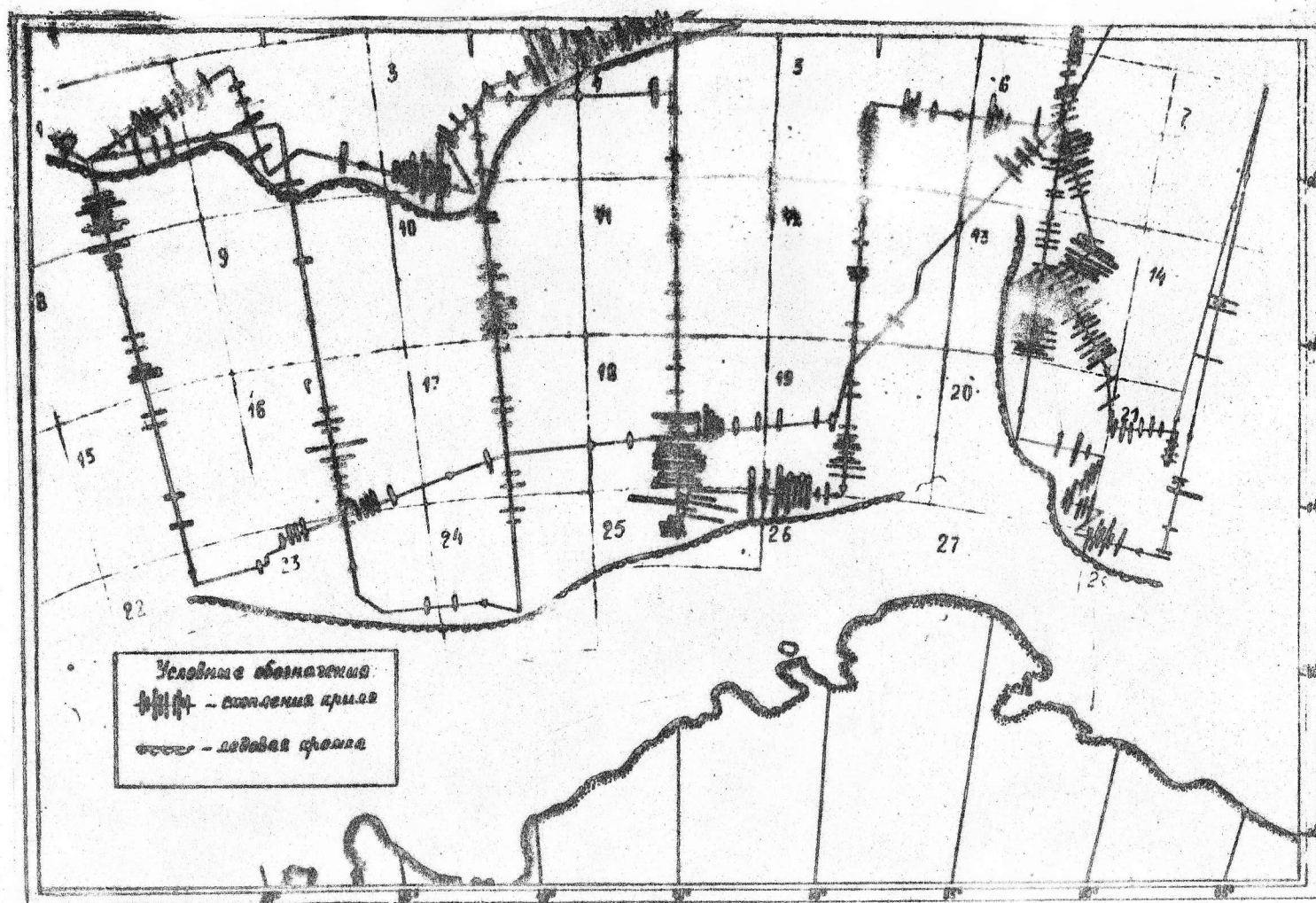


Рис. 3.4 Горизонтальное распределение косяков криля по данным эхолотных записей в декабре 1972-январе 1973 гг. Каждая черточка-косяк. Длина их условно соответствует высоте косяка, толщина-длине (протяженности) косяка.

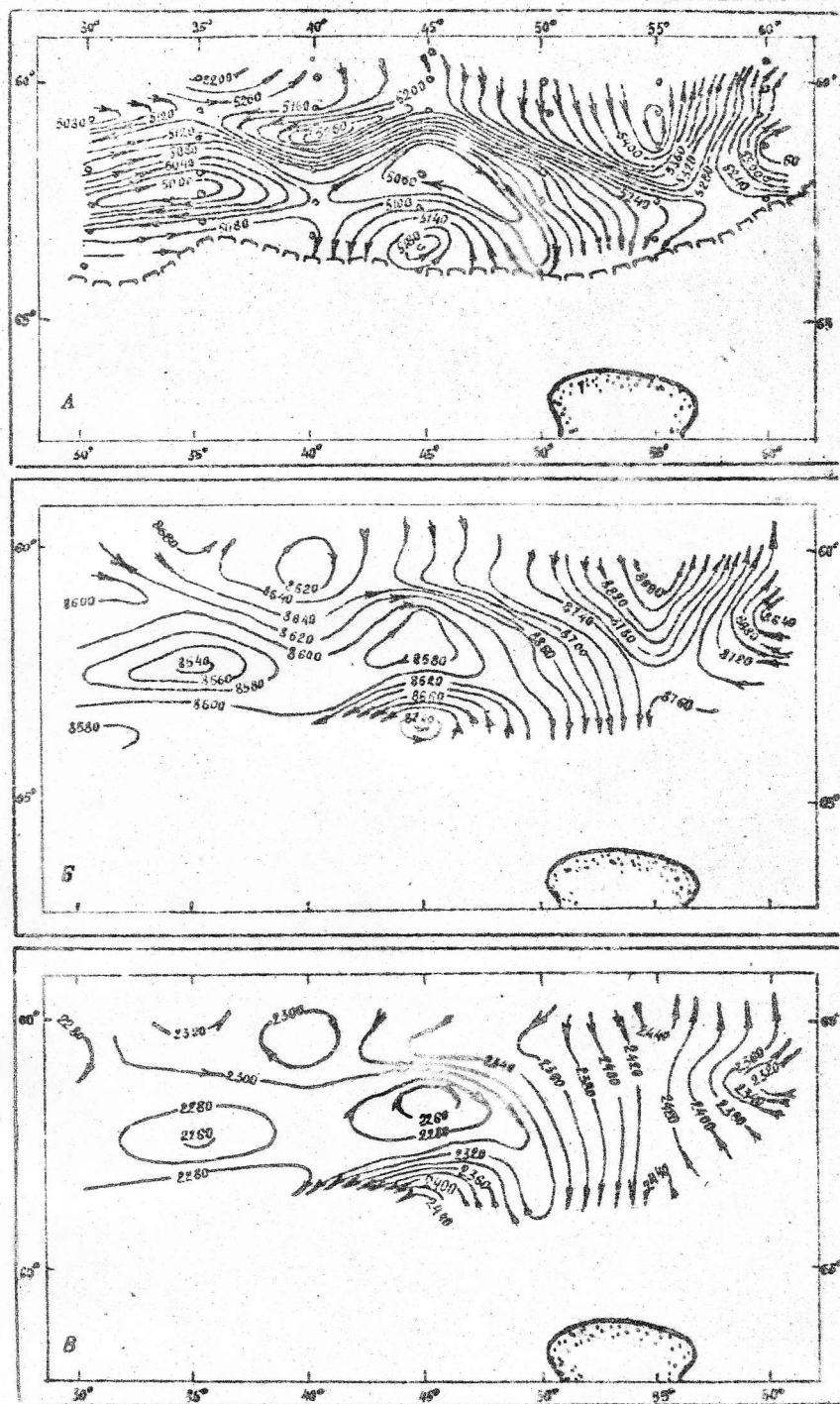


Рис. 3.5. Динамическая топография зимой 1973 г. (относительно 2000 дб) в условных дин. см. (55).

Обобщая все вышеизложенное, можно отметить, что в зимний период относительно летнего в распределении и в количественной характеристике криля произошли существенные изменения. Если летом скопления криля постоянно наблюдались визуально на поверхности, а по эхолотным данным биомасса криля составляла 241 млн. тонн, то зимой он не обнаруживался ни визуально, ни эхолотом. По данным траловых обловов на стандартных гидрологических станциях уменьшение численности криля также произошло в 10 и более раз и встречался он значительно реже, чем в летний период. Столь резкое уменьшение численности криля в зимний период по сравнению с летним могло произойти по нескольким причинам.

1. За счет выноса криля за пределы рассматриваемого района течением. Вблизи 60° ю.ш. наибольшая скорость геострофического течения порядка 10-15 см/сек наблюдалась на западе, а наименьшая - около 5 см/сек - на востоке района (55). Из приведенных карт течений (см. рис. 3.3, 3.5) видно, что преобладающим направлением течений является восточный перенос вод. За пять месяцев (с января по июнь) перенос криля с запада на восток мог составить от 300 до 1000 миль. Протяженность района по 60° ю.ш. равна 904 мили. Из приведенного выше видно, что вероятность выноса криля за пределы района есть, но уменьшение его численности может произойти лишь в случае отсутствия криля на акватории, лежащей западнее рассматриваемого района. Южнее 62° ю.ш. вынос криля из района будет значительно медленнее, т.к. здесь нет единого потока из-за чередующихся циклонических и антициклонических круговоротов вод.

2. За счет естественной смертности нерестовой группы криля. Обоснованием этого является тот факт, что на севере ареала в зоне между $58-62^{\circ}$ ю.ш. в летний период были крупные особи. Максимальные размеры самок достигали 63 мм, при модальном значении 51-57 мм. В феврале-марте наблюдался нерест этого криля. В зимний период особей этой размерной группы уже не наблюдалось (рис. 3.6). В зоне, расположенной южнее, между $62-64^{\circ}$ ю.ш., где нерестовой группы криля не было, указанных выше различий не наблюдалось (рис. 3.7).

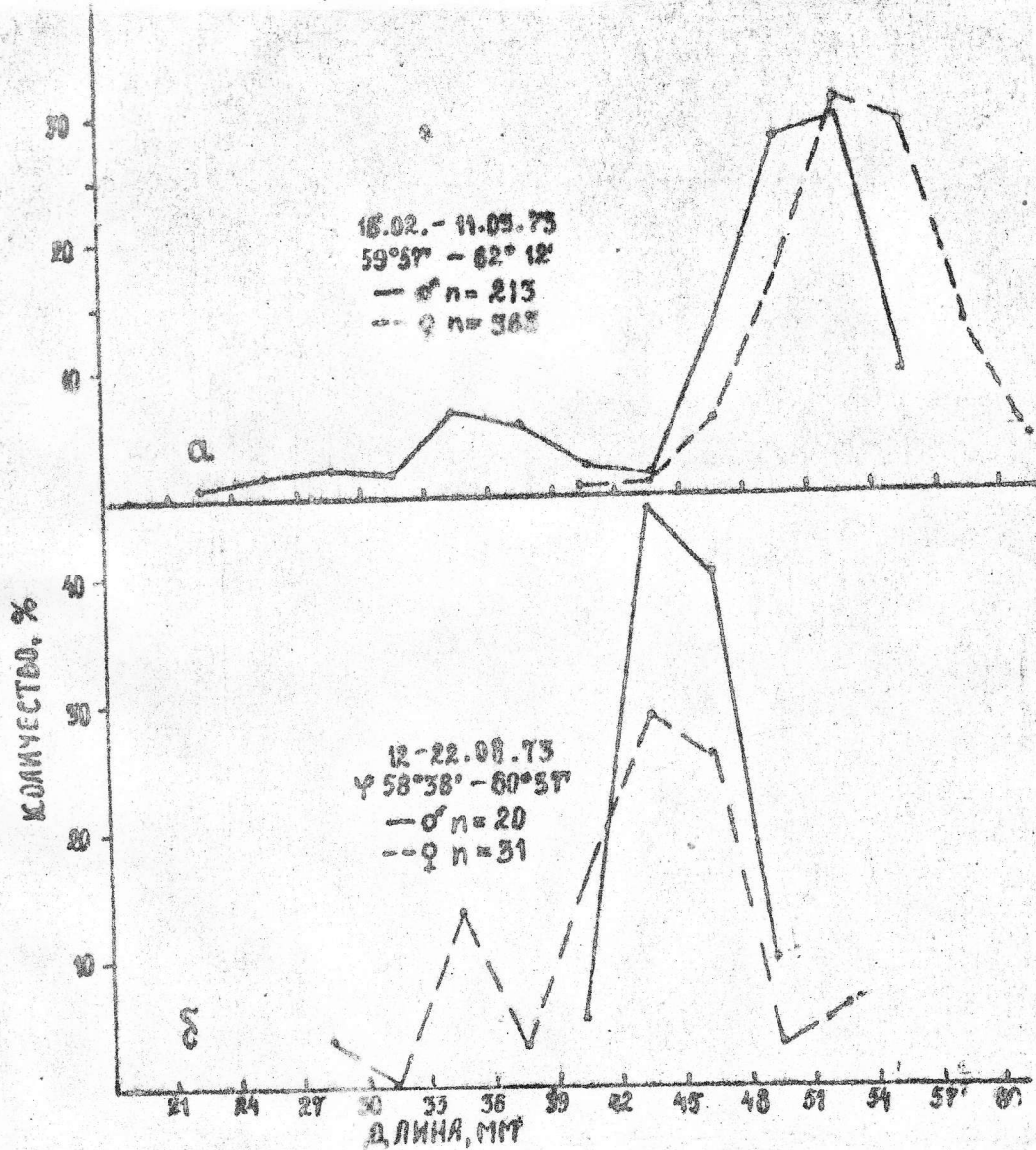


Рис. 3.6. Размерная структура крыла в летний (а) и зимний (б) периоды наблюдений в широтной зоне между 58 и 62° ю.ш.

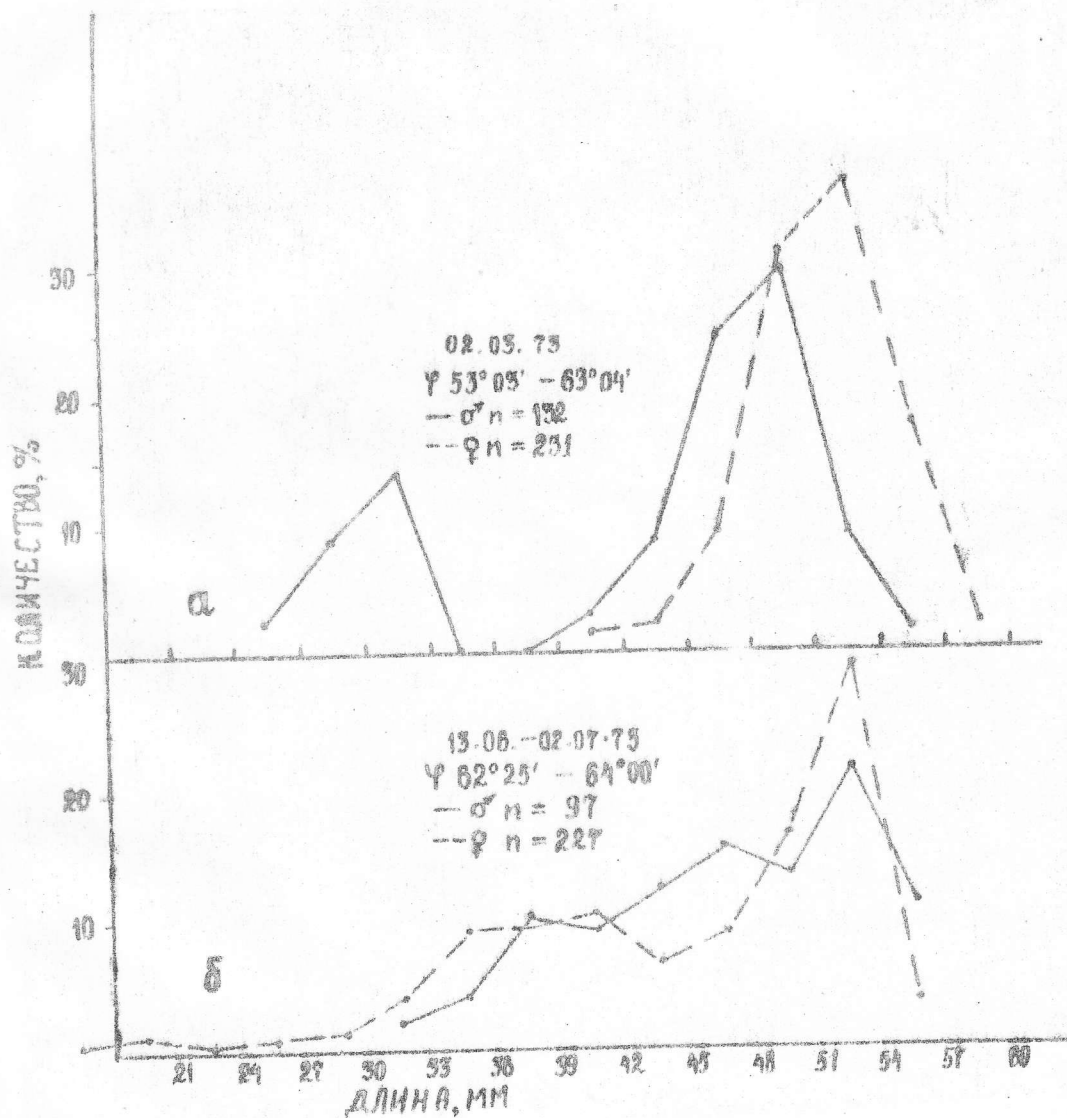


Рис. 3.7. Размерная структура криля в летний (а) и зимний (б) периоды наблюдений в широтной зоне между 62° и 64° ю.ш.

3. Уменьшение численности криля могло произойти и за счет миграции особей в более глубокие слои воды. И хотя данные по этому вопросу весьма ограничены, тем не менее, они заслуживают внимания. Из анализа вертикального распределения криля следует, что в летний период криль встречался до глубины 70 м, основные же его скопления находились в слое 0-50 м (56). В зимний период, как уже отмечалось, криль эхолотом не фиксировался, по уловам трала Айзекса-Кидда он также встречался лишь в отдельных участках и в небольших количествах. В августе вдоль кромки льда по 60° в.ш. траления проводились по трем горизонтам: 10, 100 и 200 м. В небольших количествах криль встречался на всех трех горизонтах, причем, в небольших количествах на глубине 200 м (табл.3.1).

Таблица 3.1

Встречаемость криля в уловах трала Айзекса-Кидда на различных глубинах

Глубина горизонта облова, м	К о л и ч е с т в о	
	экз.	%
10	8	12,1
100	16	24,2
200	42	63,7

4. Запущение численности криля могло произойти и в результате неполного учета его ввиду рассеивания косяков и рассредоточения особей до состояния, исключающего возможность фиксации их эхолотом. Однако, как показали проведенные исследования, рассеивание косяков имело место, рассредоточение же особей в поверхностном слое воды не зафиксировано. Так, при рассеивании косяков и рассредоточении криля по акватории частота случаев его облова небольшим орудием лова, каким является трал Айзекса-Кидда, должна возрасти. Тем не менее частота случаев встречаемости криля в уловах летом была значительно выше и составляла 48,6% (17 случаев из 35 тралений), зимой - 24,4% (11 случаев из 45 тралений). При этом, если летом криль встречался практически по всей исследованной акватории, то зимой - лишь на отдельных участках ее.

Таким образом, если в период таяния льда и смещения его границы к югу криль находился в верхнем 0-50 метровом слое воды, то в период льдообразования и перемещения кромки льда на север резкое снижение численности криля (практически полное исчезновение) в указанном слое воды произошло в северной зоне (58-62° ю.ш.) в основном за счет естественной смертности нерестовой группы, хотя, в некоторой степени, не исключен был и вынос криля за пределы района течения, а в зоне между 62-64° ю.ш. - за счет рассеивания косяков и миграции особей в более глубокие слои воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный в работе разнообразный материал, собранный в течение ряда лет в экспедициях АзчерНИРО и Управления "Югрьб-промразведка", позволяет в какой-то мере восполнить пробел, образовавшийся в исследованиях криля в последние годы и пополнить представления по ряду обсуждаемых нами вопросов.

Анализ многолетних данных по распределению скоплений криля в зависимости от конкретных гидрологических условий показал, что основным фактором, обуславливающим образование крупных и устойчивых скоплений криля, является стационарно существующая антициклоническая завихренность вод, где в наибольшей степени реализуется вероятность образования затихших, благоприятных для аккумуляции планктонных зон. В меньшей степени такие условия создаются в стационарно существующих циклонических вихрях. Наиболее благоприятные условия для стабилизации вихрей возникают в прибрежных участках, где ^{береговая линия} имеет глубокую изрезанность. Одним из таких районов в индосеанском секторе является море Содружества, где был открыт промысел криля в 1977 г. В случаях прямоочных течений и нестационаризованных вихрей происходит интенсивный распад скоплений криля. Такое явление характерно для большей части океанической зоны исследованного района.

Данные об уловах криля промысловыми и научными судами в сопоставлении с расчетными данными о плотности криля в скоплениях, полученными прямыми и косвенными методами, свидетельствуют о низкой уловистости современных тралов, применяемых при промысле криля, и их непригодности для производства количественного учета

криля. В связи с этим оценка биомассы криля в промысловом районе моря Содружества дана на основании косвенных расчетов. Суммарная биомасса криля в районе моря Содружества составляет около 40 млн.т, а в его наиболее продуктивной части - около 5 млн.т, что позволяет соответственно изъятие в них в 4-5 и 1 млн.тонн.

Результаты изучения распределения криля, его икры и личинок в районе моря Содружества и в прилегающей океанической зоне подтверждают существующее предположение о том, что эффективное воспроизводство популяции криля обеспечивается лишь при его нересте в мелководной прибрежной зоне, где существует система течений, препятствующая выносу выметанной икры в глубоководную океаническую зону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные черты структуры и функционирования планктонного сообщества Антарктической зоны Индийского океана. (отчет), шифр З(3), Самышев Э.З., АзчерНИРО, инв.№ 970487, Керчь, 1981, с.73.
2. Характеристика гидрологических условий обитания криля и предпосылки образования его промысловых концентраций в индоокеанском секторе Антарктики. (отчет), шифр З(3), инв.№ Б900748, АзчерНИРО, Брянец В.А., Керчь, 1980, с.41.
3. Некоторые данные о биологии и распределении Антарктического криля в Индийском океане в зависимости от океанографических условий и ориентировочные данные о его запасах и возможном вылове. (отчет), шифр темы 4(60), АзчерНИРО, Керчь, 1975, с.44.
4. Отчет о работах в первом научно-поисковом рейсе БМРТ "Мыс Островский" в районе индоокеанского сектора Южного океана с 7 октября 1978 г. по 28 марта 1979 г. АзчерНИРО, нач.рейса Шилов В.Н., Керчь, 1979, с.147.
5. Шилов В.Н., Мусий Ю.И., Миронченко В.Т. К методике поиска промысловых скоплений антарктического криля в открытой части морей Содружества, Космонавтов, Рисер-Ларсона (Антарктика). Управление "Отрыбпроизведка", Керчь, 1981 г.
6. Беклемишев К.В. Связь распределения фитопланктона индоокеанского сектора Антарктики с гидрологическими условиями. Доклады АН СССР, 1958, т.119, № 4, с.694-697.

7. Bergmann H.E. The reproductive system of *Euphausia superba*. *Discovery Reports*, Vol. XIV, p.p. 325-350, 1934.
8. Bergmann H.E. The development and life history of adolescent and adult krill *Euphausia superba*. *Discovery Reports*, Vol. XXIII, pp. 103-148, 1945.
9. Fraser F.G. On the development and distribution of the young stages of krill (*Euphausia superba*). *Discovery Reports*, Vol. XIV, pp. 1-192, 1936.
10. Marr J.W.S. The natural history and geography of the antarctic krill (*Euphausia superba* Dana). *Discovery Reports*, Vol. XXXII, pp. 33-464, 1962.
11. Ruud J.T. On the biology of Southern Euphausiidae. *Hoalrad Ser.*, n.2, p.p. 1-105, 1932.
12. Mackintosh N.A. The distribution of the macroplankton in the Atlantic sector of the Antarctic. *Discovery Reports*, Vol. IX, pp. 65-160, 1934.
13. Богданов А.С., Любимова Т.Г. Советские исследования криля в Южном океане. - Журн. "Рыбное хозяйство", № 10, 1978, с.6-9.
14. Беклемишев К.В. Антарктическая дивергенция и поля питания китов. Известия АН СССР. Серия географическая, № 6, 1959.
15. Беклемишев К.В. Влияние атмосферных циклонов на поля питания китов в Антарктике. - Труды ИО АН СССР, т.51, 1961, с.121-141.
16. Наумов А.Г. Основные черты биологии и распределения антарктического криля. Журн. "Рыбное хозяйство", № 10, 1978, с.9-12.
17. Mackintosh N.A. Life cycle of antarctic krill in relation to ice and water conditions. *Discovery Reports*, Vol. XXXVI, 1942, pp. 5-93.
18. Макаров Р.Р. Жизненный цикл и особенности распределения *Euphausia superba* Dana. Труды ВИНРО, т.77, 1972, с.85-92.
19. Voronina N.M. An attempt at a junctional analysis of the distributional range of *Euphausia superba*. *Mar. Biol.*, 24, n.4, 1974.
20. Воронина Н.М. Сообщества умеренных и холодных вод Южного океана. Океанология. Биология океана, т.2, 1977, №., с.68-91.

21. Ярогов Б.А. О физико-географических условиях ареала *Euphausia superba* Dana. Морские биологические ресурсы Антарктики. Труды ВНИРО, т.66, 1969, с.85-101.
22. Солянкин В.В. Об изменчивости положения фронтальной зоны в море Скотия. Мировое рыболовство, № 11, 1969, с.42-48.
23. Солянкин В.В. О динамике некоторых фронтальных зон южной Атлантики. Труды ВНИРО, т.75, 1972, с.96-105.
24. Богданов М.А., Солянкин В.В. Изменчивость количества *Euphausia superba* Dana в районе острова Южная Георгия в связи с особенностями гидрологического режима. - Океанология, т.10, вып.4, 1970, с.695-701.
25. Храцкий Н.З. О динамике вод и концентрации антарктического криля в южной части моря Скотия. Труды ВНИРО, т.75, 1972, с.118-134.
26. Маслеников В.М. О влиянии движения вод на распределение *Euphausia superba* Dana в районе острова Южная Георгия. Труды ВНИРО, т.75, 1972, с.107-117.
27. Летогурский В.И., Наумов А.Г., Чергушин А.С. Антарктическая дивергенция, особенности биологии и формирования скоплений криля. Труды АтлантиВНИРО, вып.58, 1975, с.77-87.
28. Близаров А.А. Особенности динамики вод в местах массовых скоплений криля. Труды ВНИРО, т.79, 1971, с.31-40.
29. Брицков В.А., Самышев Э.З. Опыт определения макромасштабных зон скоплений антарктического криля (*Euphausia superba* Dana). Труды ВНИРО, т.12 А, 1978, с.50-54.
30. Reguegnat W.E. Whales, plankton and man. Scient. Amer., 1958.
31. Гройсман М.Я., Керпенко Э.Л. и Степанов Г.Н. Опытный лов криля в море Скотия. Морские биологические ресурсы Антарктики. Труды ВНИРО, т.66, 1969, с.275-282.
32. Туполез В.М. Опытный-промысловый лов антарктического криля с СРТР "Ореково" и "Обдорек". Морские биологические ресурсы Антарктики. Труды ВНИРО, т.66, 1969, с.283-293.
33. Любимова Т.Г., Захаров Г.П., Долженков В.И., Самышев Э.З. Биологические ресурсы Южного океана и перспективы их использования. В сб.: Итоги морских рыбохозяйственных исследований в IX-й пятилетке и задачи на X пятилетку. Научная конференция. Москва, 1976.

34. Асеев Ю.П., Химица В.А. О влиянии гидрологической структуры на вертикальное распределение криля в антарктической зоне Индийского океана. Э.-И. ЦНИИТЭМРХ, сер. I, вып. I, 1976, с. 7-10.
35. Асеев Ю.П. К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля (*Euphausia superba Dana*) в индоокеанском секторе Антарктики. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук, Севастополь, 1978.
36. Химица В.А. Исследование геострофических течений в антарктической зоне Индийского океана. Океанология, т. 16, вып. 2, 1976, с. 234-238.
37. Химица В.А. О структуре антарктической дивергенции в Индийском океане. Труды ВНИРО, т. 120 А, 1978, с. 10-15.
38. Асеев Ю.П. К методике определения запасов криля и его прогнозирования с помощью гидроакустической аппаратуры. - Э.-И. ЦНИИТЭМРХ, сер. I, вып. I, 1976, с. 10-16.
39. Асеев Ю.П., Самышев Э.З. Опыт использования гидроакустической аппаратуры для количественного учета макропланктонных животных. II Всесоюзная научно-техническая конференция "Технические средства изучения и освоения океана". - Океанотехника. (Тезисы докладов), Л., 1978, с.
40. Лестер А.В., Гольбадамов П.С. Временная инструкция по технике лова криля. М., 1976, 14 с., ДСП.
41. Meguillan Hugh. The antarctic krill. Western Fisheries. Vol. 63. 1962.
42. Нейман В.Г. Динамическая карта Антарктики. В сб.: "Океанологические исследования", № 3, 1961.
43. Иванова Ю.А. Горизонтальная циркуляция Индийского сектора Антарктики. В сб.: "Океанологические исследования", № 3, 1961.
44. Ньютон Ч.У. (ред.). Метеорология южного полушария. Гидрометеосводат, 1976, 260 с.
45. Шевцов В.В., Макаров Р.Р. К биологии антарктического криля. Морские биологические ресурсы Антарктики. Труды ВНИРО, т. 66, 1969, с. 176-205.
46. Самышев Э.З., Савич Н.С., Будниченко Э.В. О некоторых закономерностях распределения криля, фито- и зоопланктона в районе моря Содружества. В сб.: Биологические ресурсы больших глубин и эпипелагиали открытого океана. III Всесоюзное совещание, Керчь, 1979.

47. Семенов В.Н. Аквариальные наблюдения за поведением криля. Морские биологические ресурсы Антарктики. Труды ВНИРО, т.66, 1969, с.234-238.

48. Зильдаров А.Л. Обобщение опыта работы отечественных и зарубежных экспедиций на промысле криля. Обзорная информ., ЦНИИТЭМРХ, серия: "Промышленное рыболовство", вып.1, М., 1978, с.66.

49. Макаров Р.Р., Шевцов В.В. Некоторые проблемы распределения и биологии антарктического криля. В сб.: "Основы биологической продуктивности океана и ее использование", М., "Наука", 1971, с.81-88.

50. Рагулин А.Г. Подводные наблюдения за крилем. Морские биологические ресурсы Антарктики. Труды ВНИРО, т.66, 1969, с.231-234.

51. Гуцал Д.К. Распределение и некоторые стороны поведения криля в районе о-ва Ланая Георгия в мае-июне 1980 г. Биологические ресурсы больших глубин и пелагиали открытых районов Мирового океана. Тезисы докладов научно-практической конференции 12-13 марта 1981 г., Мурманск, 1981, с.154.

52. Самышев Э.Б., Асеев Ю.П. К методике расчета биомассы некоторых видов макропланктона по данным эхолотных записей и траловых уловов. Биология моря, вып.3, Киев, 1980, с.75-76.

53. Отчет о научно-исследовательской работе во втором рейсе РТМ-А "четыре-Даг" с 6 мая по 29 октября 1973 года. Керчь, АзчерНИРО, нач. рейса Дубина В.Р., Керчь, 1973, с.184.

54. Отчет о результатах исследований в первом научно-исследовательском рейсе РТМ-А "четыре-Даг" в антарктические воды Индийского океана (22.X.1972-16.IV.1973 гг.), АзчерНИРО, нач. рейса Линкер В.М., Керчь, 1973, с.247.

55. Химица В.А. Исследование геострофических течений в антарктической зоне Индийского океана. "Океанология", т.16, вып.2, 1976, с.234-238.

56. Асеев Ю.П. К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля (*Euphausia superba* Dana) в индоокеанском секторе Антарктики. Автореф. диссертации на соискание уч.степени к.б.н., Севастополь, 1978, с.25.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

Видовой состав фитопланктона в районе между
(Ч - численность в млн.кл/м³, Б - биомасса)

Разрезы, показатель	30°		35°		40°
	Ч	Б	Ч	Б	Ч
ИЗМЕНОВАНИЕ ВИДОВ					
1. <i>Thalassiosira gracilis</i>	2,97	6,94	6,51	13,5	5,23
2. <i>Th. antarctica</i>	-	-	0,06	0,51	0,09
3. <i>Coccolithus bouvet</i>	-	-	0,03	25,71	-
4. <i>C. lentiginosus</i>	-	-	-	-	-
5. <i>C. granulatus</i>	-	-	-	-	-
6. <i>C. bullatus</i>	-	-	-	-	-
7. <i>C. tumidus</i>	-	-	-	-	-
8. <i>C. sp.</i>	0,23	22,46	0,37	11,57	0,69
9. <i>Asteromphalus heptaetis</i>	0,09	1,57	0,17	1,54	0,17
10. <i>A. hyalinus</i>	0,2	1,23	0,25	1,69	0,23
11. <i>A. parvulus</i>	0,34	3,89	0,46	4,06	1,0
12. <i>A. hookeri</i>	-	-	0,09	7,89	0,17
13. <i>A. brookei</i>	-	-	-	-	-
14. <i>Actinocyclus antarctica</i>	0,09	0,77	0,09	2,16	0,03
15. <i>Chaetocera actinocyclus</i>	-	-	0,03	0,83	-
16. <i>Coetia orophilum</i>	1,57	35,67	1,49	41,74	1,89
17. <i>Dietylosolen antarctica</i>	4,31	67,43	0,31	2,76	2,97
18. <i>Leptocylindrus danicus</i>	-	-	-	-	-
19. <i>Rhizosolenia alata</i>	0,09	6,04	0,06	2,57	0,06
20. <i>Rh. alata f. inermis</i>	0,49	48,77	0,37	20,64	0,8
21. <i>Rh. antarctica</i>	0,2	2,67	0,03	0,14	0,31
22. <i>Rh. hebetata f. semispina</i>	0,26	25,06	0,34	52,0	0,69
23. <i>Rh. rhunii</i>	0,09	4,71	0,09	2,53	0,34
24. <i>Rh. truncata</i>	-	-	0,03	1,1	0,03
25. <i>Rh. simplex</i>	-	-	-	-	0,06
26. <i>Rh. shrubsolpei</i>	-	-	-	-	-
27. <i>Rh. costae-avis</i>	-	-	-	-	0,03
28. <i>Rh. polydactyla</i>	-	-	-	-	-
28a. <i>Rh. sp.</i>	-	-	-	-	-
29. <i>Chaetoceros atlanticus</i>	0,17	0,27	0,09	0,07	0,66
30. <i>Ch. bulbosum</i>	-	-	-	-	0,03

Приложение I

30-60° в.д. и 60° ю.ш. - кромкой льдов в январе-феврале 1979 г.
в мг/м³ в слое 0-100 м)

	45°		50°		55°		60°		Средняя	Средняя
	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	численн	би масса
10,44	6,17	9,3	6,27	10,7	3,92	3,59	5,14	5,59	5,17	8,58
1,96	-	-	0,26	1,18	0,14	0,52	0,09	1,47	0,09	0,81
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	3,67
-	0,03	6,5	-	-	-	-	-	-	0,004	0,93
-	-	-	-	-	0,01	4,60	-	-	0,001	0,66
-	-	-	-	-	0,01	0,07	-	-	0,001	0,01
-	-	-	-	-	0,01	0,26	-	-	0,001	0,04
69,74	0,8	28,07	0,53	57,38	0,48	30,68	0,94	74,54	0,58	42,06
5,24	0,7	9,35	0,13	4,12	-	-	0,14	1,27	0,2	3,3
1,83	0,47	3,81	0,4	2,78	0,46	2,89	0,89	7,67	0,41	3,12
10,2	0,83	8,03	0,73	10,32	0,38	4,82	1,28	12,12	0,72	7,63
31,2	0,07	0,6	0,03	7,5	0,15	8,77	-	-	0,07	7,99
-	-	-	-	-	0,01	3,39	-	-	0,001	0,48
0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,46
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	0,12
42,39	2,03	39,63	1,03	30,37	0,72	20,61	1,0	47,54	1,39	36,85
93,36	7,2	157,73	6,5	153,07	9,01	213,29	9,49	210,06	5,68	128,24
-	-	-	-	-	0,08	0,18	-	-	0,01	0,03
3,51	0,07	1,4	0,03	1,33	0,14	11,83	0,06	2,0	0,07	4,1
73,27	0,23	14,63	0,3	19,22	0,12	7,53	0,17	13,3	0,35	28,19
3,54	0,43	5,23	0,87	8,0	1,30	13,3	1,69	18,26	0,69	6,96
67,0	0,57	82,85	0,6	48,92	0,73	116,12	0,94	273,97	0,59	95,13
19,64	0,23	4,65	0,6	20,02	1,62	19,62	0,4	11,79	0,48	11,85
1,0	0,03	0,5	0,1	6,22	0,04	0,76	-	-	0,03	1,37
6,73	0,03	2,12	-	-	0,06	4,94	0,03	0,97	0,03	2,11
-	-	-	-	-	0,09	0,37	-	-	0,01	0,05
0,23	0,07	0,52	-	-	0,04	0,65	0,03	0,26	0,02	0,24
-	0,33	3,13	-	-	-	-	0,06	0,43	0,06	0,51
-	0,03	2,67	-	-	-	-	-	-	0,004	0,38
1,97	0,80	2,13	0,53	0,43	3,64	6,33	1,2	2,7	1,01	1,99
0,03	0,07	0,07	0,07	0,33	0,12	0,21	0,29	0,26	0,08	0,13

	1	2	3	4	5	6	7
31. <i>Ch. eriophilus</i>		0,4	2,67	0,49	4,0	1,03	7,89
32. <i>Ch. castracauli</i>		0,09	0,33	-	-	0,37	1,44
33. <i>Ch. dichæta</i>		0,71	0,5	0,66	0,93	1,37	1,86
34. <i>Ch. flexuosum</i>		0,06	0,04	-	-	0,23	0,09
35. <i>Ch. neglectum</i>		0,09	0,03	-	-	-	-
36. <i>Ch. kendeyi</i>		-	-	-	-	0,43	2,44
37. <i>Ch. conuicorvis</i>		-	-	-	-	1,26	1,09
38. <i>Ch. schimpeyanum</i>		-	-	-	-	-	-
39. <i>Ch. foetissimus</i>		-	-	-	-	-	-
40. <i>Ch. cervisetum</i>		-	-	-	-	-	-
41. <i>Ch. curvatus</i>		-	-	-	-	-	-
42. <i>Ch. pendulus</i>		-	-	-	-	0,03	0,03
43. <i>Ch. peruvianus</i>		-	-	-	-	-	-
44. <i>Ch. natatum</i>		-	-	-	-	-	-
45. <i>Ch. SP.</i>		0,14	0,2	-	-	-	-
46. <i>Ecocampia balaustinum</i>		-	-	-	-	-	-
47. <i>E. antarctica</i>		-	-	-	-	-	-
48. <i>Cerataulina bonganii</i>		-	-	-	-	-	-
49. <i>Limnophora belgicae</i>		-	-	-	-	-	-
50. <i>Fragilariopsis antarctica</i>		7,37	13,66	22,69	39,07	27,09	50,49
51. <i>Fz. rhombica</i>		3,77	5,03	8,2	10,6	7,91	10,98
52. <i>Fz. curta</i>		0,43	0,31	0,69	0,47	1,34	1,26
53. <i>Fz. zitscherii</i>		1,4	5,86	1,91	7,37	2,86	9,54
54. <i>Fz. separanda</i>		0,51	1,14	0,49	1,00	1,00	2,51
55. <i>Fz. cylindrus</i>		-	-	-	-	-	-
56. <i>Fz. obliquecostata</i>		-	-	-	-	-	-
57. <i>Fz. oblicostata</i>		0,03	0,2	-	-	-	-
58. <i>Fz. sublinearis</i>		-	-	-	-	-	-
59. <i>Synedra reinboldii</i>		-	-	-	-	0,06	5,33
60. <i>Thalassiothrix antarctica</i>		2,83	282,07	1,89	146,81	1,97	147,8
61. <i>Navicula directa</i>		0,2	0,6	0,74	2,2	0,77	1,76
62. <i>N. antarctica</i>		-	-	-	-	-	-
63. <i>N. oriophila</i>		-	-	-	-	-	-
64. <i>N. oceanica</i>		-	-	-	-	0,03	0,73
65. <i>N. SP.</i>		-	-	-	-	-	-
66. <i>Schnautbes brevipes</i>		-	-	-	-	2,57	11,51
67. <i>Pleurosigma directum</i>		0,03	0,11	-	-	0,06	0,97

продолжение приложения I

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,27	2,38	0,40	3,57	0,75	6,64	0,23	2,11	0,51	4,18
-	-	-	-	0,05	0,15	0,26	0,23	0,11	0,31
1,3	3,52	2,13	6,55	1,98	2,59	5,23	9,49	1,91	3,63
3,03	9,97	0,6	2,33	0,41	1,03	1,17	1,06	0,79	2,07
1,0	1,78	0,33	0,05	2,03	0,92	-	-	0,49	0,4
0,2	0,38	0,2	0,78	0,05	0,21	-	-	0,13	0,54
1,27	1,95	0,4	0,37	1,61	2,15	1,29	3,04	0,83	1,23
0,67	2,88	0,43	0,38	1,14	2,96	0,4	1,0	0,38	1,03
0,10	0,38	-	-	-	-	-	-	0,01	0,05
-	-	0,4	0,93	-	-	-	-	0,06	0,13
-	-	0,33	1,3	-	-	0,2	0,59	0,08	0,27
0,03	0,03	-	-	0,16	0,2	-	-	0,03	0,04
-	-	-	-	0,10	0,07	-	-	0,01	0,01
-	-	-	-	0,04	0,02	-	-	0,006	0,003
0,13	0,10	1,0	2,08	-	-	0,26	0,17	0,22	0,36
-	-	0,07	1,73	0,02	0,07	0,11	1,43	0,03	0,46
-	-	-	-	-	-	0,03	0,09	0,004	0,01
-	-	-	-	0,09	0,86	-	-	0,01	0,12
0,03	0,13	-	-	0,03	0,08	0,03	0,11	0,01	0,05
25,5	44,0	12,2	20,52	5,56	11,09	8,23	16,76	15,52	27,94
15,83	19,42	8,0	11,65	15,94	22,03	16,46	21,63	10,87	14,48
2,5	1,93	1,0	1,16	0,03	0,54	2,43	1,99	1,2	1,09
3,8	14,7	1,3	5,95	1,62	6,31	2,15	6,20	2,15	7,99
0,03	0,07	-	-	0,13	0,39	-	-	0,31	0,73
-	-	-	-	0,06	0,08	-	-	0,008	0,01
0,17	1,00	-	-	0,14	0,87	-	-	0,04	0,27
-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	0,03
0,67	2,0	-	-	-	-	-	-	0,1	0,29
0,03	1,25	0,07	13,8	0,13	31,40	0,03	3,43	0,05	7,89
0,73	79,81	0,43	43,65	0,83	84,03	1,31	142,39	1,43	132,37
0,3	0,83	-	-	0,08	0,38	-	-	0,3	0,82
-	-	0,03	0,05	0,27	0,40	0,03	0,11	0,05	0,08
0,27	1,07	0,3	0,92	0,01	0,05	0,57	1,71	0,16	0,54
0,03	1,58	-	-	0,04	0,96	-	-	0,01	0,47
0,53	1,37	0,47	1,47	0,78	1,27	1,09	2,46	0,41	0,94
-	-	-	-	-	-	-	-	0,37	1,64
0,27	1,87	-	-	-	-	-	-	0,05	0,42

	I	2	3	4	5	6
68.	<i>Pleurosigma</i> SP.	0,06	0,31	-	-	-
69.	<i>Tropidoneis antarctica</i>	0,09	4,04	0,14	2,91	0,31
70.	<i>Tropidoneis gaussii</i>	-	-	-	-	-
71.	<i>T. fusiforme</i>	-	-	-	-	-
72.	<i>Chuniella antarctica</i>	0,34	4,23	0,2	1,17	0,40
73.	<i>Ch. naviculoides</i>	-	-	0,2	1,0	-
74.	<i>Ch. sigmoidea</i>	-	-	0,03	3,46	-
75.	<i>Pseudocampyproza manginii</i>	-	-	-	-	-
76.	<i>Amphiproza Rytelmanni</i>	-	-	-	-	-
77.	<i>Amphora antarctica</i>	0,12	0,26	0,11	0,23	0,11
78.	<i>Nitzschia Barkleyi</i>	11,74	11,74	9,63	9,63	30,54
79.	<i>N. closterium</i>	1,74	0,08	4,06	0,24	0,34
80.	<i>N. seriata</i>	-	-	0,4	0,6	0,57
81.	<i>N. prolongatoides</i>	-	-	-	-	-
82.	<i>N. pelagica</i>	-	-	-	-	-
83.	<i>N. longissima</i>	-	-	-	-	-
84.	<i>N. oceanica</i>	-	-	-	-	-
85.	<i>N. mediocostriata</i>	-	-	-	-	-
86.	<i>N.</i> SP.	-	-	-	-	-
	Beiro Bacillariophyta	43,25	560,89	63,4	424,7	98,13
1.	<i>Braunioella baltica</i>	-	-	0,03	0,04	-
22.	<i>Bx. cordata</i>	0,60	0,90	0,51	0,77	2,03
3.	<i>Bx. compressa</i>	0,14	1,86	0,09	1,11	0,14
4.	<i>Proocentrum micans</i>	0,11	1,6	0,09	1,2	0,11
5.	<i>Phalacrocoma parvulus</i>	-	-	-	-	-
6.	<i>Dinophysis ovum</i>	0,09	2,14	0,11	3,2	0,06
7.	<i>D. acuta</i>	-	-	-	-	-
8.	<i>Gymnodinium</i> SP.	0,49	3,34	0,43	1,51	0,4
9.	<i>Gymnodinium fusiforme</i>	0,06	3,31	0,03	0,8	0,09
10.	<i>G. lachryma</i>	0,06	3,6	0,09	5,83	-
11.	<i>G. pingue</i>	-	-	-	-	-
12.	<i>Glenodinium lenticula</i>	-	-	-	-	0,03
13.	<i>G. lenticula</i> f. <i>asymmetrica</i>	-	-	-	-	-
14.	<i>G. lenticula</i> f. <i>globularis</i>	-	-	-	-	-
15.	<i>G.</i> SP.	-	-	-	-	-
16.	<i>Poridinium applanatum</i>	0,03	0,4	0,11	1,37	0,09
17.	<i>P. antarcticum</i>	-	-	0,06	2,0	0,06

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,008	0,04
12,7	0,33	20,93	0,17	4,63	0,07	1,34	0,29	13,83	0,2	8,63
-	-	-	-	-	0,003	0,06	-	-	0,001	0,008
-	-	-	-	-	0,03	0,20	-	-	0,004	0,03
4,16	0,19	2,18	0,07	1,13	0,01	0,3	0,09	3,87	0,19	2,43
-	-	-	-	-	0,03	0,21	-	-	0,03	0,17
-	-	-	-	-	0,03	0,54	0,03	0,86	0,01	0,69
-	-	-	-	-	0,01	0,04	-	-	0,001	0,006
-	-	-	-	-	0,03	0,21	-	-	0,004	0,03
0,23	0,37	0,45	-	-	0,41	0,82	0,14	0,26	0,18	0,32
28,94	20,63	18,65	14,77	14,22	10,65	12,01	15,89	15,54	16,26	15,82
0,03	3,27	0,17	0,77	0,05	1,41	0,08	0,80	0,04	1,77	0,1
0,86	0,67	1,0	0,13	0,2	0,21	0,30	0,34	0,79	0,33	0,54
-	-	-	0,33	0,01	0,85	0,04	-	-	0,17	0,007
-	-	-	-	-	0,04	1,00	-	-	0,006	0,14
-	-	-	-	-	0,03	0,001	-	-	0,004	0,001
-	-	-	0,03	1,13	-	-	-	-	0,004	0,16
-	-	-	-	-	0,04	0,34	-	-	0,006	0,05
-	-	-	-	-	0,18	0,32	0,03	0,01	0,03	0,05
748,18	105,34	620,7	65,34	522,5	71,393	670,891	82,96	935,4	75,649	640,104
-	0,13	0,2	0,03	0,05	0,60	0,94	1,6	2,2	0,34	0,49
3,04	3,47	5,2	2,33	3,5	23,73	35,59	1,03	1,43	4,81	7,2
1,86	0,43	5,63	0,17	2,17	0,16	2,14	0,37	4,83	0,21	2,8
1,6	0,03	0,47	0,03	0,47	0,06	0,81	0,11	1,6	0,08	1,11
-	0,03	0,5	-	-	-	-	-	-	0,004	0,07
2,57	-	-	-	-	0,02	0,37	0,03	0,71	0,04	1,28
-	-	-	-	-	-	-	0,03	1,06	0,004	0,15
3,21	0,83	2,78	0,63	3,05	0,92	3,48	1,66	5,54	0,77	3,27
5,26	0,07	2,53	0,03	1,13	0,02	1,10	0,03	1,66	0,05	2,26
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	1,35
-	0,03	0,6	-	-	-	-	-	-	0,004	0,09
0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	0,07
-	0,03	0,4	-	-	-	-	-	-	0,004	0,06
-	-	-	-	-	0,004	0,06	-	-	0,001	0,008
-	-	-	0,07	0,22	0,06	0,07	-	-	0,02	0,04
1,09	0,07	0,87	0,13	1,87	0,11	0,91	0,06	0,8	0,09	1,04
1,57	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,51

	I	2	3	4	5	6
18.	<i>Peridinium breve</i>	-	-	-	-	-
19.	<i>P. brevipes</i>	0,03	0,34	0,03	0,06	0,03
20.	<i>P. depressum</i>	-	-	-	-	-
21.	<i>P. globulus</i>	0,06	0,6	0,03	0,2	0,06
22.	<i>P. globulus</i> var. <i>quarnerense</i>	-	-	0,03	0,4	-
23.	<i>P. gronii</i>	-	-	-	-	-
24.	<i>P. minusculum</i>	0,06	0,54	0,11	1,1	0,14
25.	<i>P. sinaiicum</i>	-	-	-	-	-
26.	<i>P. steinii</i>	-	-	-	-	-
27.	<i>P. turbinatum</i>	-	-	-	-	-
28.	<i>Coelastrum polyedro</i>	-	-	0,03	1,43	0,03
29.	<i>C. minima</i>	-	-	-	-	-
30.	<i>C. spinifera</i>	0,06	0,4	0,06	1,14	0,06
31.	<i>C. polydigma</i>	-	-	-	-	0,06
32.	<i>C. sp.</i>	0,06	0,2	0,06	0,8	0,09
33.	<i>Ceratium furca</i> var. <i>subminimum</i>	-	-	-	-	0,03
34.	<i>C. fusus</i>	-	-	-	-	-
35.	<i>C. tripos</i>	-	-	-	-	-
36.	<i>Oxytoxum gracile</i>	-	-	-	-	-
37.	<i>Oxytoxum caudatum</i>	0,11	0,47	0,03	0,13	-
38.	<i>O. scriptum</i>	-	-	-	-	0,11
39.	<i>O. parvum</i>	-	-	-	-	-
40.	<i>O. laticeps</i>	-	-	-	-	-
41.	<i>O. variabile</i>	-	-	-	-	-
42.	<i>O. sp.</i>	-	-	-	-	0,09
	Всего Дурзхофута	1,96	19,7	1,93	23,09	3,71
1.	<i>Distephanus speculum</i>	0,6	1,4	1,03	2,41	0,43
1.	Сцианопфута	1,2	0,49	-	-	1,89
1.	Прочие	0,06	0,17	0,26	0,26	0,4
	Всего фитопланктона	47,07	582,65	66,62	450,46	104,56

продолжение приложения I

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
-	-	-	0,07	3,53	0,03	1,14	-	-	0,01	0,67
0,2	0,03	1,17	-	-	0,02	0,23	-	-	0,02	0,29
-	-	-	0,03	4,13	-	-	-	-	0,004	0,59
0,13	-	-	0,13	0,93	0,05	0,21	0,03	0,2	0,05	0,32
-	-	-	-	-	0,02	0,11	-	-	0,007	0,07
-	-	-	-	-	-	-	0,03	1,6	0,004	0,23
1,21	0,07	0,32	0,13	0,97	0,06	0,22	0,2	1,03	0,11	0,77
-	0,03	0,4	-	-	-	-	-	-	0,004	0,06
-	-	-	-	-	0,01	0,08	-	-	0,001	0,01
-	0,03	1,17	-	-	-	-	-	-	0,004	0,17
1,43	-	-	-	-	0,04	0,86	-	-	0,01	0,53
-	0,03	0,27	-	-	0,07	0,41	-	-	0,01	0,1
1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,38
1,16	-	-	0,13	2,67	0,22	3,68	-	-	0,06	1,07
1,37	0,03	0,03	-	-	0,01	0,03	0,03	0,03	0,04	0,35
1,11	-	-	-	-	0,02	0,54	-	-	0,007	0,24
-	-	-	-	-	-	-	0,03	2,29	0,004	0,33
-	-	-	-	-	-	-	0,06	6,0	0,008	0,86
-	-	-	0,03	0,08	-	-	-	-	0,004	0,01
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,09
0,53	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,08
-	0,03	0,22	-	-	-	-	-	-	0,004	0,03
-	0,07	0,17	-	-	-	-	-	-	0,01	0,02
-	0,07	0,18	-	-	-	-	-	-	0,01	0,03
0,29	-	-	0,1	0,25	-	-	0,09	0,27	0,04	0,12
29,26	5,51	23,11	4,04	25,02	26,234	52,98	5,39	31,25	6,962	29,218
1,0	0,57	1,32	0,37	0,85	0,56	1,3	1,37	3,19	0,7	1,64
0,76	6,7	2,83	0,67	0,27	8,77	3,69	2,14	0,86	3,05	1,27
0,26	0,3	0,22	0,2	0,12	2,01	0,97	0,77	0,4	0,57	0,34
79,46	118,42	648,18	70,62	548,76	108,967	729,831	92,63	971,1	86,931	672,572