

Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. — М.: Пищепромиздат, 1966. — 42 с.

Smith P.E., Richardson S.L. Standard techniques for pelagic fish eggs and larvae surveys // FAO Fisheries technical paper. - 1977. - N 175. - P. 1-100.

Moser H.G., Ahlstrom E.H. Role of larvae stages in systematic investigations of marine teleosts: the myctophidae, a case study. Fishery Bulletin. - Vol. 72. - 1974. - P. 391-413.

В.В.Масленников, С.А.Зозуля, В.Е.Полонский (ВНИРО)

РОЛЬ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕКТРОНЫ КАРЛСБЕРГА

Особенности распределения, биологии и поведения электроны Карлсберга в значительной степени определяются разного рода океанологическими показателями состояния среды, такими, как сроки начала океанологической весны, тепловое состояние поверхностных вод, положение и пространственная структура ЮПФЗ, глубина залегания и интенсивность сезонного и основного пикноклинов, динамические процессы, определяющие синоптическую изменчивость условий, а также изменчивость более продолжительных периодов. В связи с этим нам предстоит ответить на вопросы: чем объясняется обилие электроны Карлсберга именно в ЮПФЗ, с какими океанологическими особенностями связана возможность образования плотных концентраций рыбы, активно питающейся на богатых кормовых "полях". Объяснить это только наличием большого количества кормового зоопланктона — значит существенно сузить проблему. Конечно, без этого фактора формирование концентраций рыбы теряло бы биологический смысл. Однако нужно учитывать, что на обилие как рыбы, так и зоопланктона воздействует сочетание одних и тех же факторов среды.

Характерной чертой электроны является ее постоянный дрейф с течениями в генеральном восточном направлении (Антарктическое циркумполярное течение). Поэтому, фиксируя биомассу рыбы в пределах полигона на период съемки (как минимум 20 дней), мы в то же время характеризуем еще два важных фактора обилия рыбы — стабильность ее поступления с запада и возможности ее задержек при определенных циркуляционных условиях в пределах полигона. Оценки биомассы электроны Карлсберга здесь составляли от 500 тыс. т зимой до 3 млн т летом.

Возникает вопрос: можно ли считать подобное обилие рыбы характерной, циркумполярной для ЮПФЗ? Поскольку ЮПФЗ далеко не равномерна по структуре, то, естественно, это должно сказываться на обилии электроны. Причем, как показывают исследования, пока, правда, эпизодические, диапазон пространственных колебаний обилия рыбы в разных секторах и районах Южного океана, по-видимому, весьма широк. На данном этапе исследований мы можем, охарактеризовав океанологические условия в пределах эталонного полигона с точки зрения их воздействия на распределение скоплений и сопоставив их с условиями в других районах, решить, является ли данный участок ЮПФЗ уникальным или же ему имеются аналоги.

Пути пополнения запаса электроны Карлсберга в Южной Полярной фронтальной зоне. ЮПФЗ — это нагульная область для электроны Карлсберга. Каким же образом осуществляется принос сюда особей из репродуктивной области, расположенной в Субантарктике (преодолевая один из мощнейших физических фронтов — северную границу ЮПФЗ)? Экспедиционные исследования, проведенные ВНИРО на данном полигоне, позволяют утверждать, что принос электроны Карлсберга в нагульную зону осуществляется с глубинными водами, по-видимому, поздней зимой — ранней весной.

Основной пикноклин в пределах ЮПФЗ, как известно, довольно сильно разрушен за счет внедрения и погружения холодных вод антарктической поверхностной водной массы. Это усложняет анализ в аспекте приуроченности глубинных (зимних) скоплений к тем или иным типам вод. Все же можно констатировать, что большей частью скопления располагаются либо в водах, лежащих под основным пикноклином, либо непосредственно в нем. Прежде всего нужно отметить основную черту зимнего пространственного распределения электроны Карлсберга — почти полное отсутствие ее в южных районах полигона, в холодных водах антарктического происхождения. По-видимому, нужно пояснить, что под зимним распределением мы понимаем тип распределения, не столько соответствующий зимнему календарному сезону (большей частью это именно так, но он может встречаться и весной, и осенью), сколько отличающийся от летнего типа распределения глубинным положением скоплений рыбы (главным образом в пределах 200-500 м).

В октябре 1987 г., также как и 1988 г., основные скопления были встречены вблизи северной границы ЮПФЗ или вблизи четко выраженных массивов теплых вод субантарктического происхождения внутри ЮПФЗ. Наи-

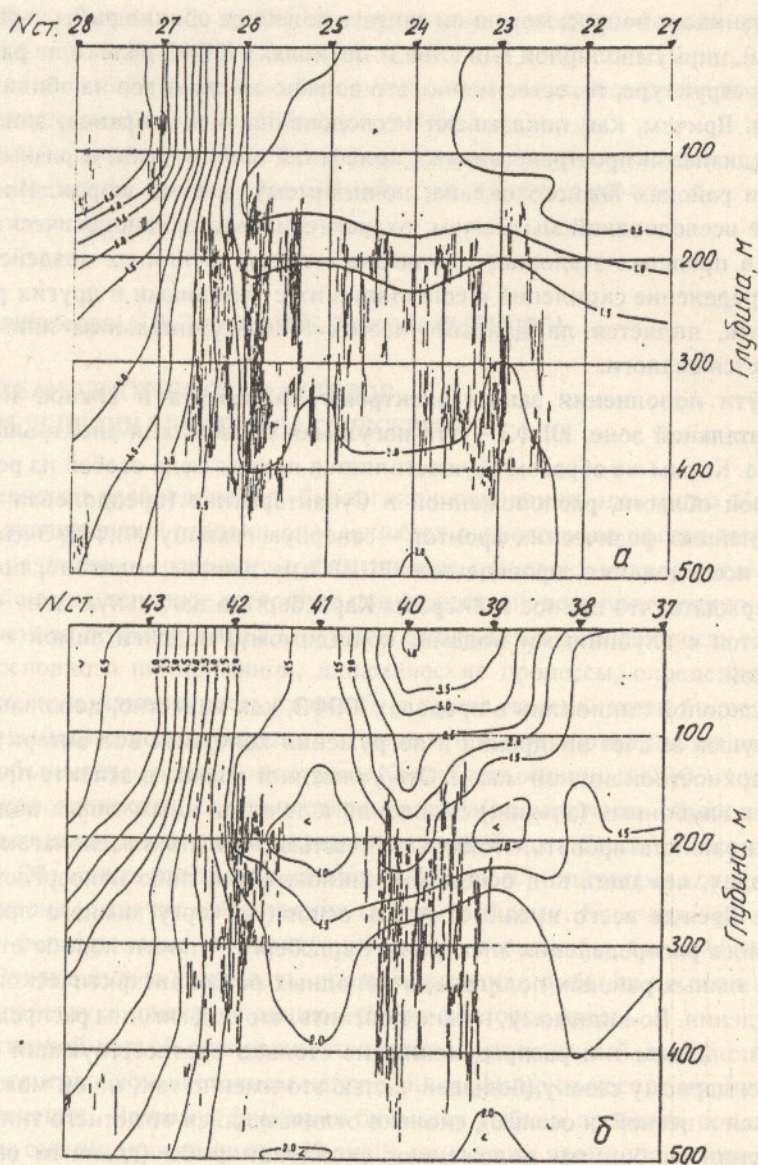


Рис. 1. Распределение температуры воды и скоплений электроны Карлсберга в октябре 1988 г. на разрезах:

а — по 40° з.д.; б — по 37° з.д.; в — по 38°30' з.д.; г — по 34° з.д.

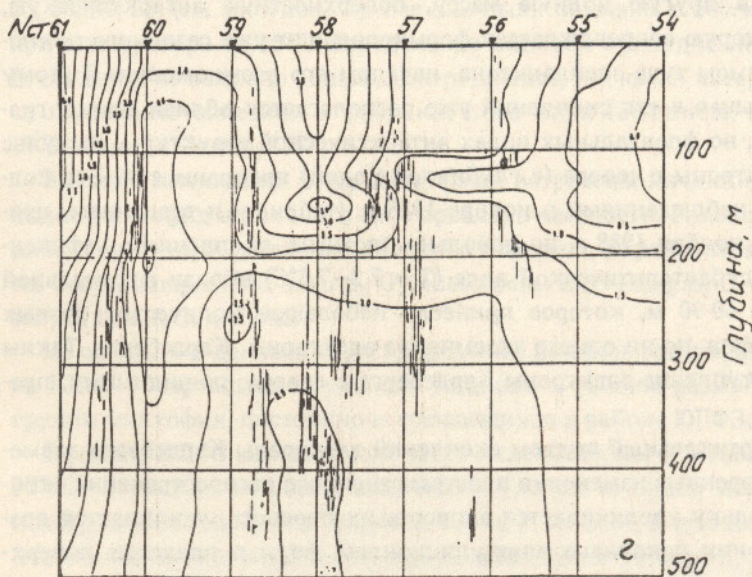
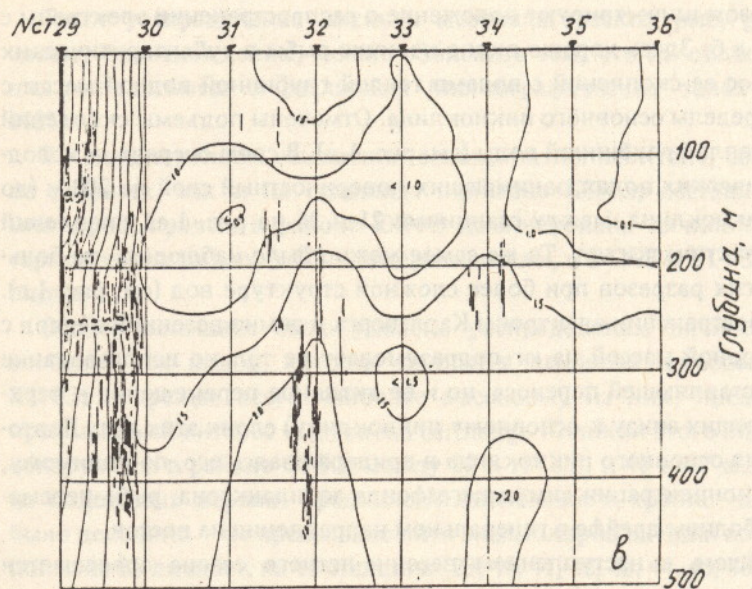


Рис. 1.

лучшим образом иллюстрируют положение о распространении электроны с севера рис. 1,а,б. Здесь хорошо видно наличие рыбы в субантарктических водах, перенос ее скоплений с водами теплой глубинной водной массы с выходом в пределы основного пикноклина. Отмечены подъемы скоплений с подъемом теплой глубинной воды (см. рис. 1,в). В свою очередь, в холодных антарктических водах, занимающих поверхностный слой до 200 м (до основного пикноклина, между станциями 21 и 26 на рис. 1,а), скоплений электроны практически нет. То же самое можно было наблюдать на большинстве других разрезов при более сложной структуре вод (см. рис. 1,г). Тезис о распространении электроны Карлсберга в зимне-весенний период с глубинной водной массой на юг подразумевает не только использование ею южной составляющей переноса, но и ее активное перемещение в верхних (прилегающих снизу к основному пикноклину) слоях этих вод. Повторяя колебания основного пикноклина и придерживаясь его, по-видимому, как участка концентрации зимующего фонда зоопланктона, рыба перемещается в свободном дрейфе в генеральном направлении на восток.

В дальнейшем, с наступлением весенне-летнего сезона совершается переход ее в другую водную массу, поверхностную антарктическую, подъем в которую сопровождается формированием уже сезонного пикноклина, подъемом туда зоопланктона, началом его размножения. К этому времени большая часть скоплений уже располагается вблизи южной границы фронта, во фронтальных водах антарктической структуры. Импульс приноса электроны с севера (с глубинной водой) прекращается. Это подтверждается наблюдениями в ноябре 1988 г. (таблица) и тралением, проведенным 25 ноября 1988 г. по довольно плотным скоплениям, зафиксированным в субантарктической воде ($T = 7,3-7,5^{\circ}\text{C}$) вблизи фронтальной зоны в слое 60-90 м, которое принесло небольшое количество разных видов миктофид, но ни одного экземпляра электроны Карлсберга. Таким образом, поступление электроны Карлсберга с севера, по-видимому, прекращается.

Летний вертикальный подъем скоплений электроны Карлсберга знаменует собой коренные изменения пространственного распространения скоплений, поскольку увеличивается скорость их переноса, усиливается воздействие на них локальных циркуляционных форм в пределах поверхностных вод, активно взаимодействующих на южной границе фронта с водами антарктического происхождения, начинается перераспределение скоплений вдоль фронта на участки, потенциально более богатые зоопланктоном, т.е. на южную периферию южной границы, ближе к антаркти-

ческим водам. Механизм этого перераспределения пока не ясен. Возможны активные перемещения самой рыбы.

Распределение скоплений электроны Карлсберга

Диапазон температур, °С	Слой скопления, м	Характер скопления	Плотность*, баллы
7,0—5,3 (начало высокоградиентной зоны)	—	Скоплений нет	
5,2—5,1	50—100	Отдельные стайки	1—2 (голубые тона до желтых)
4,7—4,6	80—100 (основной) до 150—200	То же	2
4,4	250—310	"	1
4,3	70—120 (основной)	"	1
	до 300	"	2—3 (желтые тона до светло- коричневых)
4,2—4,1	60—120 (основной) 120—230	Дорожка сплошная	1
		"	2—3
4,0—3,9	80—140 100—140	Дорожка разорванная	2
3,4—2,3	80—160	"	2
2,8—2,7	70—90 80—130	Дорожка сплошная	2
		"	2—3
2,6—2,5	60—160	"	2
2,5—2,4	70—120	Дорожка размазанная	2
2,3—2,1 (оптимально 2,2)	50—90	Дорожка сплошная	3—4 (до темно- коричневых и красных тонов)
	40—80	"	4
	10—70 (ночью)	"	4
1,9—1,8		Резкое исчезновение скоплений, начавшееся с крутого их заглубления	

* Оценка плотности скоплений по 5-балльной шкале (визуально).

Основные океанологические особенности района, влияющие на распределение электроны Карлсберга. Анализ полученного в экспедициях материала позволяет выделить четыре главные особенности, которые, по-существу, и определяют степень обилия электроны в различных районах ЮПФЗ:

1) сложная структура ЮПФЗ, выражающаяся в сильном меандрировании ее границ, приводящем к взаимопроникновению вод разного происхождения;

2) наличие основных (южная и северная границы ЮПФЗ) и локальных высокоградиентных зон;

3) формирование наряду с крупномасштабными меандрами локальных круговоротов и вихрей меньшего масштаба вплоть до измеряемых 1-2 милями и меньше;

4) распространение вблизи южной границы ЮПФЗ вод высокоширотной модификации (вод крупномасштабного круговорота Уэдделла).

Анализ перечисленных явлений дается в статье С.А.Зозули и др. (Изменчивость..., 1990). Здесь же отметим, что из этих четырех моментов уникальным по отношению ко всему циркумполярному поясу ЮПФЗ является лишь один, заключающийся в близком к ЮПФЗ распространении вод высокоширотной модификации. Однако это, по-видимому, явление не определяющее, хотя оно и играет большую роль в обострении фронта, обогащении района зоопланктоном. Так что обилие скоплений электроны Карлсберга в других секторах Антарктики будет зависеть от того, насколько благоприятно сочетание первых трех особенностей структуры ЮПФЗ и ее динамики.

Характер распределения электроны Карлсберга. Распределение электроны Карлсберга в ЮПФЗ коротко можно охарактеризовать как крайне неравномерное — от очень плотных концентраций до полного отсутствия рыбы на близко расположенных участках. Такая неравномерность распределения электроны связана с характерной ее чертой — четкой приуроченностью скоплений к высокоградиентным зонам. Это явление нельзя назвать необычным: оно свойственно многим видам рыб и связано, по-видимому, с распределением кормового зоопланктона, обилием которого характеризуются зоны слияния разных типов вод, т.е. фронтальные зоны. Рыба придерживается (либо активно, либо используя благоприятные для этой цели океанологические явления) участков, где имеется большая, чем на других участках, вероятность массового переноса или накопления кормового зоопланктона. Хорошей иллюстрацией приуроченности скоплений к высокоградиентным зонам может служить рис. 2, показывающий распределение скоплений на акватории микрополигона, расположенного на южной границе ЮПФЗ. Видно соответствие распределения скоплений высокоградиентной зоне. С выходом на участки, характеризующиеся относительно слабым горизонтальным градиентом, скопления практически про-

падают. То же самое можно видеть на рис. 3, иллюстрирующем результаты весенней (октябрь–ноябрь) 1987 г. (А) и осенней (апрель–май) 1989 г. (Б) съемок. При выходе за пределы градиентных зон скопления либо вовсе исчезают, либо резко уменьшаются их размеры и плотность.

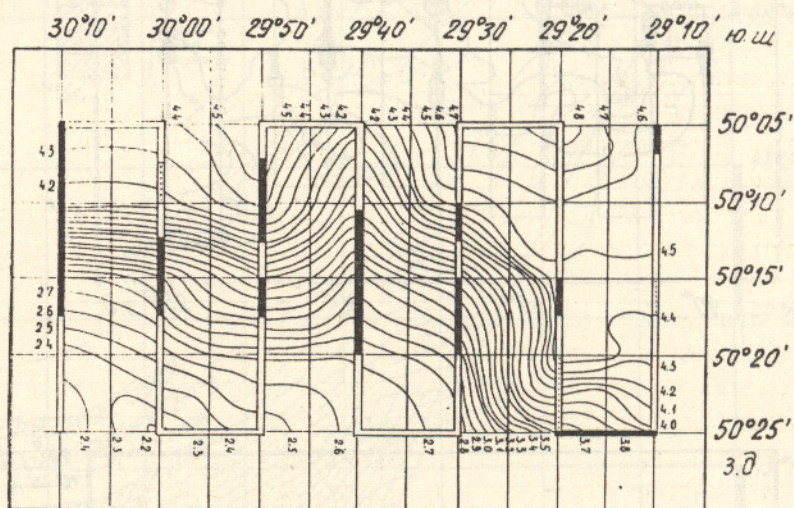


Рис. 2. Распределение поверхностной температуры воды и накопления эхоинтегратора (скопления электроны Карлсберга) на одном из участков южной границы ЮПФЗ в декабре 1988 г.

Весьма любопытные примеры распределения летней формы скоплений электроны Карлсберга получены в результате неоднократных наблюдений в районе так называемого "жгута" ЮПФЗ на 40° з.д., где субантарктические и антарктические воды сливаются в один относительно узкий (30 – 40 миль) поток. Характерной чертой этих скоплений была их приуроченность к разным диапазонам поверхностной температуры, что выражалось в формировании "ленточных" скоплений, вытянутых вдоль определенных изотерм на значительные расстояния (см. таблицу, рис. 4). Такое же явление сохранялось и на всей южной границе ЮПФЗ во время ее подробного обследования в декабре 1988 г. Думается, что объяснение нужно искать в особенностях динамики вод. В результате поперечной неравномерности скорости потока в пределах фронтальных зон создаются межструйные вихревые каналы, направленные, естественно, вдоль изотерм. На диаграм-

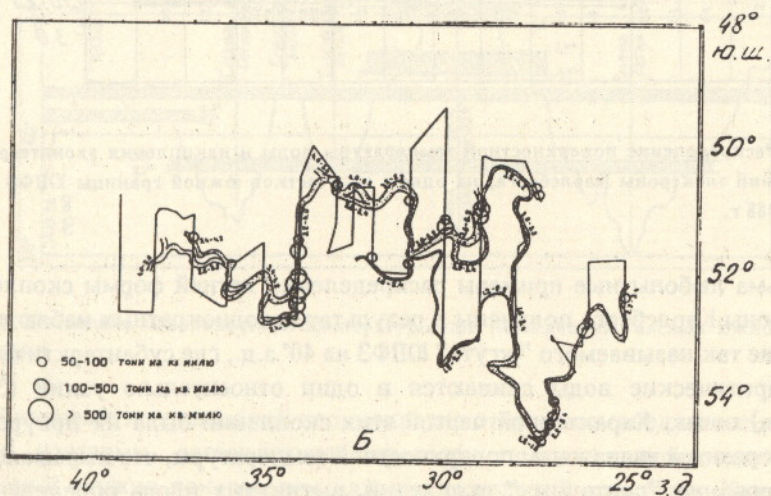
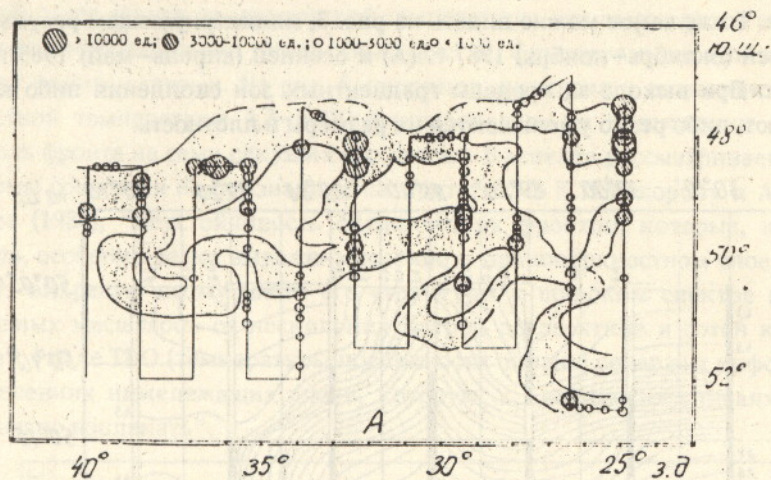


Рис. 3. Положение высокоградиентных зон и распределение скопления электроны Карлсберга:

А — в октябре—ноябре 1987 г. (обозначения — в условных единицах накопления эхоинтегратора); Б — в апреле—мае 1989 г. (в пересчете по эхометрии)

мной ленте записи поверхностной температуры они выражаются характерными температурными инверсиями (рис. 5), фиксируемыми при пересечениях фронта галсами. На рис. 5, например, инверсия в диапазоне поверхностной температуры 4,3–4,4°C фиксировалась на протяжении 30 миль вдоль фронта на семи секущих его галсах. В аспекте рассматриваемой проблемы сошлемся на признанные авторитеты. По К.Н.Федорову и А.И.Гинзбург (1988), "неустойчивость океанических фронтов, которые, как правило, особенно резко выражены именно в приповерхностном слое, порождает вихревые возмущения его структуры в широком спектре горизонтальных масштабов от нескольких метров до десятков и сотен километров", "поле ТПО (температуры поверхности океана) содержит информацию о течениях нижележащих слоев, которую во многих случаях можно успешно извлекать".

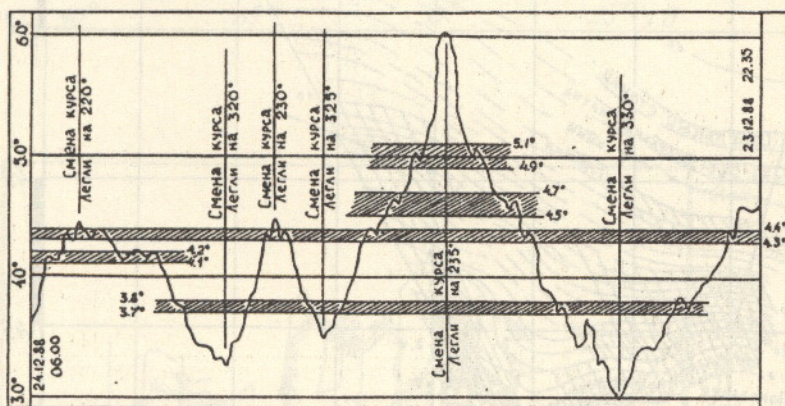


Рис. 5. Изменение поверхностной температуры при пересечении галсами южной границы ЮПФЗ

В процессе исследований неоднократно отмечалось следующее явление. Если изотермы, составляющие диапазон поверхностной температуры, который служил показателем наличия скоплений электроны Карлсберга, отделяются от высокоградиентной зоны, они перестают "работать" как индикаторы. Судьба скоплений, распространявшихся при данной температуре, не совсем ясна. Есть вероятность активного перехода "потерявшихся" скоплений в другой динамический "коридор", характеризующийся иным диапазоном поверхностной температуры (в той же высокоградиентной зоне). Не исключено, однако, что они просто рассеиваются в слабо-

градиентном поле и переносятся с ним в ожидании последующего присоединения на других участках вновь к высокоградиентной зоне. Возможно, что это один из механизмов перестройки скоплений с северных позиций в высокоградиентной зоне на южные. Такое предположение позволяет объяснить факт наличия скоплений в водах антарктического происхождения, более того, в водах высокоширотной модификации (трансформированных водах моря Уэдделла).

Роль высокоширотных вод, по-видимому, достаточно велика. Заключается она прежде всего в обострении фронта, увеличении диапазона температуры в высокоградиентной зоне, что, в свою очередь, должно сказаться на увеличении акватории кормовых полей для электроны. Тем более, что антарктические воды в летний период очень богаты зоопланктоном. Вероятно, это не все аспекты возможного воздействия вод моря Уэдделла на распределение электроны Карлсберга, поскольку результат их присутствия очень ощутим (при включении этих вод в пределы высокоградиентной зоны).

Мелкомасштабные особенности распределения скоплений. Когда речь шла о приуроченности скоплений к высокоградиентным зонам, мы имели в виду, конечно, масштаб, соответствующий ширине этих зон, оцениваемый, как правило, в 10–30 миль. Однако, если рассматривать особенности распределения скоплений в более мелком масштабе (как это было на микрополигонах), становятся заметными весьма важные детали.

Наличие внутри высокоградиентной зоны мелкомасштабных циркуляционных форм приводит, естественно, к перераспределению скоплений в соответствии с воздействием динамических условий. Так, кроме отмечавшихся выше "ленточных" скоплений, связанных непосредственно с повышенным горизонтальным градиентом, на участках растекания изотерм наблюдались скопления в виде "пятен", а иногда даже довольно обширных "полей". Ориентация их также согласуется с ходом изотерм, однако на фоне общего высокоградиентного поля они оказываются приуроченными к относительно размытым полям характеристик. Наиболее характерным примером может служить ситуация, сложившаяся перед началом съемки на одном из микрополигонов, расположенном на южной границе ЭПФЗ. Довольно обширное поле скоплений фиксировалось в пределах динамического гребня (с антициклоническим характером переноса вод) шириной не более двух миль, заключенного между двумя смежными циклоническими круговоротами. Устойчивость этих форм при такой сложной структуре, естественно, оказалась небольшой. Уже через сутки: ситуа-

ция изменилась, гребень исчез, массив холодной антарктической воды, создавшей подпор с запада, оказался практически пуст, несмотря на наличие высокоградиентного поля (рис. 6). Основные скопления наблюдались уже восточнее, по периферии антициклонического круговорота, затягивавшего в себя рыбу. Интенсивность подобного рода мелкомасштабных вихрей велика, в силу чего скопления, попавшие под их воздействие, могут располагаться хотя и в пределах относительно высокого градиента, но ближе к центру антициклона. Вообще можно заметить, что воздействие мелкомасштабных круговоротов, возникающих внутри высокоградиентной зоны, приводит к смещению скоплений на участки высокоградиентной периферии циклонов и на относительно менее градиентные участки антициклонов с тенденцией смещения к их центрам.

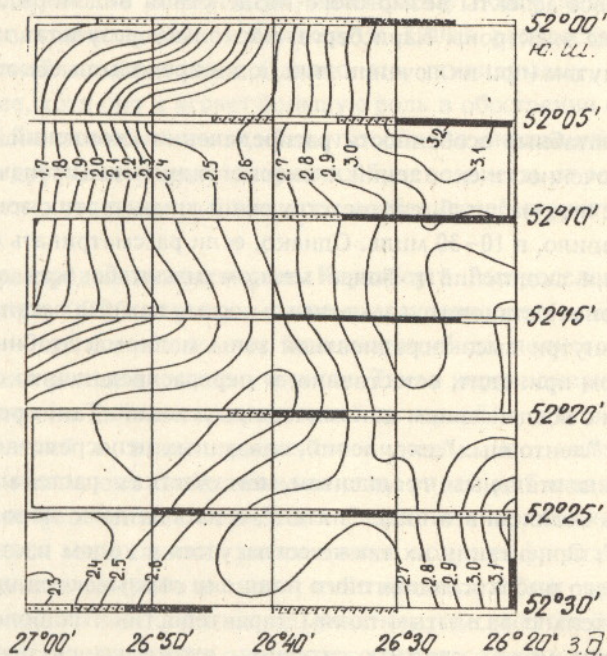


Рис. 6. Распределение поверхностной температуры воды и величины накопления эхо-интегратора (скопления электроны Карлсберга) на одном из участков южной границы ЦПФЗ в декабре 1988 г.

Отмеченные круговороты способствуют задержке переносимых вдоль фронта скоплений в своем циркуляционном движении в отличие от прямолинейного переноса на других участках фронта. Задержки, с одной стороны, приводят к накапливанию рыбы и, с другой – к пульсационному ее дрейфу.

Особенности вертикального распределения электроны Карлсберга. Как уже было отмечено выше, существуют две основные формы скоплений – зимняя и летняя. Зимняя форма отличается глубинным расположением скоплений, летняя – подъемом их в поверхностный слой, иногда к самой поверхности. До начала образования летней формы скоплений рыба держится на глубинах 100–500 м, в поверхностный слой почти не поднимается. Редкие обнаружения ее на глубинах 60–80 м связаны не с биологическими потребностями, а с гидродинамическими факторами, с подъемом вод в циркуляционных образованиях. Вообще реакция скоплений на вертикальное положение главного термоклина однозначна – они четко следуют его колебаниям. Так, воронкообразная форма термоклина, обрамляющего массив теплых вод, находит свое отражение в аналогичной форме распределения скоплений на разрезе между станциями 74 и 77 (рис. 7,а). То же самое происходит и на термоклине вокруг холодного массива вод (см. разрез на рис. 7,б между станциями 96 и 99). В первом случае видно опускание рыбы к подножью антициклонического круговорота, во втором – напротив, подъем ее к вершине циклонического круговорота.

Приведенные выше иллюстрации относятся к широкомасштабной съемке. Они демонстрируют влияние на распределение скоплений мезомасштабных форм циркуляции. Проведенные в декабре 1988 г. микросъемки на южной границе фронта показали, что летние формы скоплений также реагируют на динамические особенности, причем даже на мелкомасштабные формы циркуляции. При пересечении галсами фронтальной зоны, изрезанной взаимовключениями теплых и холодных вод (соответственно антициклоническими и циклоническими мелкомасштабными круговоротами), вертикальное положение скоплений следовало за положением уже сезонного пикноклина. Это приводило к резкому их погружению при входе в подобный антициклон (повышение поверхностной температуры) и подъему при выходе из него (вновь понижение поверхностной температуры).

При опускании скоплений отмечались чаще всего их разрушение на отдельные мелкие стайки и резкое снижение плотности. Напротив, циклонические круговороты соответствующего масштаба, заполненные холод-

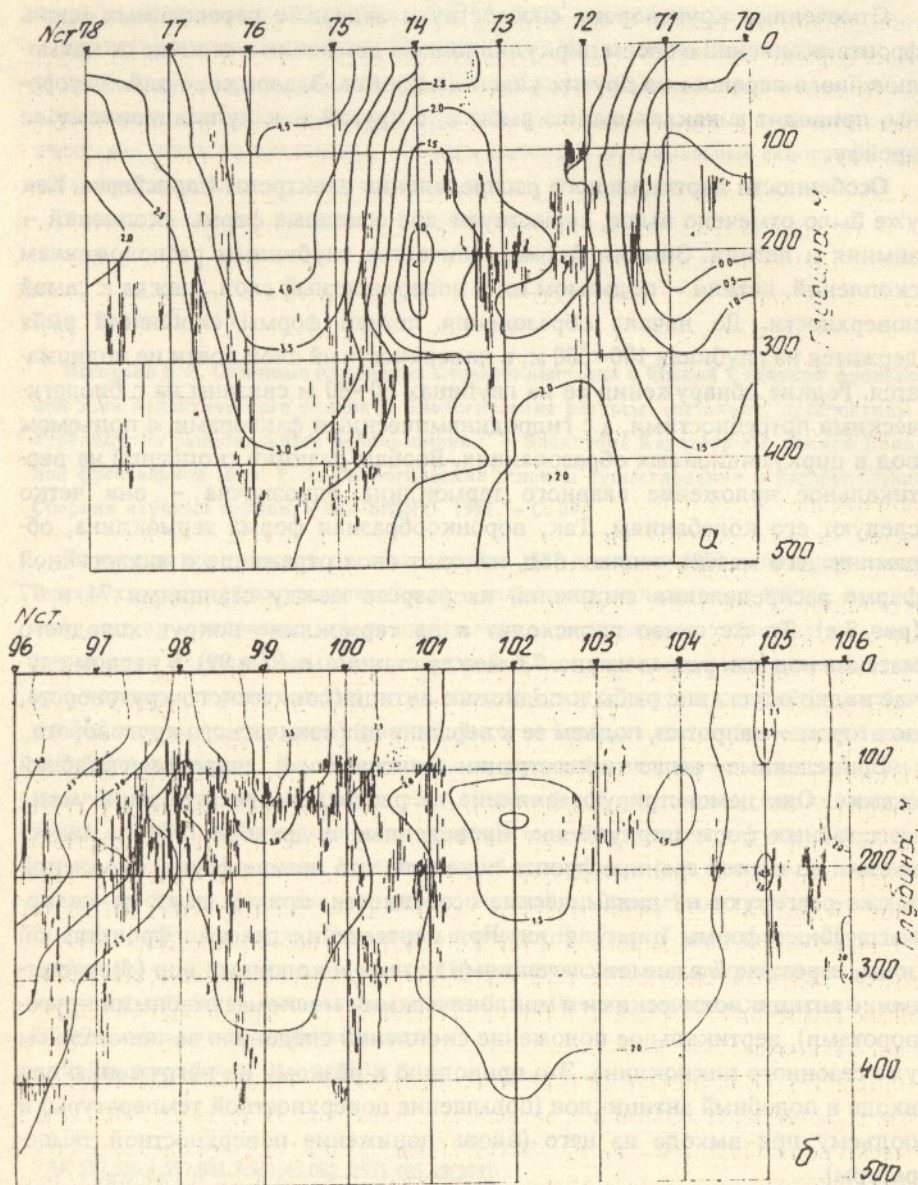


Рис. 7. Распределение температуры воды и скоплений электроны Карлсберга в октябре 1988 г. на разрезах:

а — по 31° з.д.; б — по $26^{\circ}30'$ з.д.

ной водой, оказывали положительное влияние на образование скоплений в их вершинах.

Влияние межгодовой изменчивости условий на распределение электроны Карлсберга. Сопоставление теплового состояния весенне-летних сезонов 1987 и 1988 гг. показало их сильное различие. Весенний сезон 1987 г. характеризовался явным отклонением атмосферных и океанологических процессов в сторону похолодания. Год был аномально холодным со всеми вытекающими отсюда последствиями. Отмечались задержка весеннего цветения фитопланктона, задержка подъема зимующего фонда зоопланктона в поверхностные слои и его размножения, задержка начала образования летних форм скоплений электроны Карлсберга. Летом 1987 г. (декабрь) интенсивные подвижки теплых вод, связанные с развитием летних процессов, начались лишь в третьей декаде декабря. Приблизительно к этому же времени было приурочено образование летних форм скоплений электроны Карлсберга. Отмеченные сильные подвижки теплых вод встречали, однако, сопротивление холодных вод с юга, не сдающих свои позиции. Это привело к обострению южной границы фронта, но в то же время географическое положение ее сохранилось аномально смещенным на север (Изменчивость..., 1990).

Сезон 1988 г. разительно отличался от прошлогоднего. Его можно считать соответствующим норме с небольшим отклонением в сторону теплого. Отразилось это практически на всех показателях. Заметны смещение южной границы ЮПФЗ на юг по сравнению с 1987 г., сильное развитие теплых меандров. Уже в середине ноября были встречены летние формы скоплений (днем в слое 40-120 м, ночью – 10-80 м) в виде непрерывных "дорожек" различной плотности. Это не случайно. К этому времени цветение фитопланктона уже интенсивно развивалось в антарктических водах. Препятствий для распространения теплых вод с севера почти не было, т.е. отсутствовал мощный подпор антарктических вод, как это было в 1987 г. Положение южной границы ЮПФЗ в декабре 1988 г. было в пределах многолетней нормы.

Все это, естественно, сказалось на распределении электроны Карлсберга, да и вообще на обилии ее в пределах полигона. В декабре 1988 г. практически по всей южной границе ЮПФЗ, между 22 и 32° з.д., отмечались повсеместно скопления. Они, конечно, были разной плотности, устойчивость их также варьировала. Изрезанность фронта и сильная изменчивость, характеризовавшаяся заметными колебаниями в течение суток и даже часов, приводила большей частью к неустойчивости распределения скоплений, их

интенсивному переносу вдоль фронта, иногда рассредоточению и образованию вновь на смежных участках. Но как бы то ни было, обнаружение их не представляло большого труда в силу общего обилия рыбы в пределах фронта.

Основным фактором, способствовавшим большему обилию рыбы в декабре 1988 г., конечно, было общее тепловое состояние сезона, что сказалось на готовности электроны формировать летние скопления, начать интенсивное питание в поверхностном слое уже к середине ноября. В 1987 г. это произошло лишь в последней декаде декабря. Большую роль играли, вероятно, и такие океанологические особенности, как смещение южной границы фронта на юг, относительная устойчивость крупномасштабных форм, отсутствие значительных и резких подвижек крупного масштаба. Эта ситуация сильно отличалась от наблюдавшейся в декабре 1987 г., когда обострение фронта (казалось бы благоприятный фактор) было отражением активного противостояния теплых и холодных вод, их неустойчивого состояния, предопределяющего резкие крупные подвижки водных толщ, которые наблюдались тогда повсеместно и отрицательно сказывались на образовании скоплений. Относительная стабильность ситуации, сложившейся в декабре 1988 г., нарушалась лишь мелкомасштабными интрузиями, круговоротами, формирующими волнообразный, а иногда и сильно изрезанный характер фронта. Эти явления, в свою очередь, играют положительную роль в образовании локальных динамических ловушек, локальных обострений горизонтального градиента, т.е., в конечном итоге, участков, благоприятных для образования скоплений электроны Карлсберга.

Выводы

1. В весенне-летний сезон электрона Карлсберга смещается в сторону антарктических вод на южной границе ЮПФЗ, где образует плотные скопления. Скопления эти дрейфующие. Дрейф происходит в стрекне потока с большой скоростью, которая свойственна южной границе ЮПФЗ, в генеральном направлении на восток.
2. Скопления приурочены к водам антарктического происхождения как составной части высокоградиентной зоны (южной границы ЮПФЗ).
3. Географическое положение скоплений определяется характером пространства и взаимодействия теплых и холодных меандров. Скопления

всегда следуют за положением южной границы ЮПФЗ, испытывая широтные смещения от 49° ю.ш. на 40° з.д. почти до 54° ю.ш. на $23^\circ - 26^\circ$ з.д.

4. Мелкомасштабная структура распределения скоплений формирует соответствующего масштаба динамической структурой, т.е. характером изрезанности южной границы, многочисленными интрузиями со стороны холодных вод.

5. Четкая приуроченность к высокоградиентным зонам (в данном случае на южной границе ЮПФЗ) — основная особенность распределения электроны Карлсберга.

6. Наиболее характерной формой скоплений на южной границе фронтальной зоны являются так называемые "ленточные" скопления — узкие и продолжительные, вытянутые вдоль изотерм (и приуроченные к определенным диапазонам поверхностной температуры) концентрации. Ширина их измеряется иногда лишь десятками метров, протяженность достигает 30 миль. Это экстремальные показатели. Кроме ленточных скоплений, на некоторых внутренних участках южной границы ЮПФЗ, а именно в местах "растекания" изотерм, наблюдаются скопления в виде "пятен", а иногда даже довольно обширных "полей". Такая форма скоплений все же довольно редка.

7. Сроки начала образования летних форм скоплений электроны Карлсберга могут колебаться в пределах полутора месяцев. Пока зафиксировано наиболее раннее образование летних форм скоплений во второй декаде ноября, наиболее позднее — в третьей декаде декабря. Определяются эти колебания тепловым состоянием среды как данной весной, так и, по-видимому, в предшествующий сезон.

8. Синоптическая изменчивость динамической структуры в пределах фронтальной зоны приводит к соответствующим колебаниям в распределении скоплений, распаду их на тех или иных участках и образованию на других в постоянном своем дрейфе генерально на восток.

9. Все вышеприведенные положения относились к так называемой летней форме скоплений. Наряду с ней существуют скопления электроны и зимой. Их коренное отличие заключается в глубинном положении в пределах верхней части глубинной водной массы. В поверхностной водной массе скоплений в этот период практически нет.

10. Оптимальные сроки существования летних форм скоплений могут колебаться в пределах середины ноября — середины марта, т.е. максимально в течение четырех месяцев.

11. На некоторых участках ЮПФЗ (в частности, в районе пролива Дрейка) отмечались зимние глубинные скопления электроны Карлсберга достаточно большой плотности. Представляется, однако, что это явление не столь уж частое и может быть связано с благоприятным сочетанием гидродинамических факторов, способствующим формированию на этих участках богатых кормовых "полей" зимующего фонда зоопланктона. Подобные явления требуют дальнейшего изучения.

12. Можно с уверенностью говорить о циркумполярном (т.е. на всем протяжении ЮПФЗ во всех секторах Антарктики) распространении скоплений электроны Карлсберга, поскольку океанологические особенности, способствующие концентрированию электроны Карлсберга, свойственны практически всему поясу ЮПФЗ.

Список использованной литературы

Изменчивость океанологических условий в районе ЮПФЗ севернее острова Южная Георгия / С.А.Зозуля, А.Т.Мандыч, В.В.Масленников, В.Е.Полонский, А.В.Суслов // Биологические ресурсы: состояние, перспективы и проблемы их рационального использования. — Электроны Карлсберга в Южной Полярной фронтальной зоне. Т. 1: Сборник научных трудов. — М.: ВНИРО, 1990. — С. 39-78.

Федоров К.Н., Гинзбург А.И. Приповерхностный слой океана. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — 303 с.