

## ИЗУЧЕНИЕ ИХТИОПЛАНКТОНА РАЙОНА К СЕВЕРУ ОТ ОСТРОВА ЮЖНАЯ ГЕОРГИЯ (ВИДОВОЙ СОСТАВ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ЧИСЛЕННОСТЬ ЛИЧИНОК)

Южная Полярная фронтальная зона (ЮПФЗ) Южного океана отличается высокой продуктивностью пелагиали. К настоящему времени усилиями отечественных рыбохозяйственных экспедиций здесь выявлено концентрирование мезопелагических рыб, главным образом светящихся анчоусов. Наиболее продуктивные районы в ЮПФЗ располагаются на акватории Юго-Западной Атлантики и в северной части атлантического сектора Антарктики (Парфенович, 1986).

Двенадцатая экспедиция ВНИРО на РТМС "Возрождение" была очередным этапом комплексного изучения ресурсов мезопелагических рыб в открытых водах Южной Атлантики. В общем комплексе рыбохозяйственных исследований экспедиции большое место было отведено изучению ихтиопланктона, как его видового состава, так и пространственного распределения и численности. В настоящей работе на большом фактическом материале впервые подробно рассматривается видовой состав ихтиопланктона ЮПФЗ к северу от о. Южная Георгия, его пространственное и количественное распределение. На основании анализа данных ихтиопланктонной съемки РТМС "Возрождение" о распределении уловов личинок выполнен расчет биомассы одного из массовых видов светящихся анчоусов Южного океана — *Xrefftichthys anderssoni*.

Определение биомассы *K. anderssoni* имеет важное значение для выяснения роли массовых миктофовых рыб в структуре и функционировании антарктических экосистем.

### Материал и методика\*

Материал собран в весенний период (октябрь—ноябрь) 1987 г. на акватории ЮПФЗ между меридианами 25 и 40° з.д. (рис. 1). Сбор материала проводили ринг-тралом на основе сети БОНГО (диаметр входного отверстия 60 см, газ № 23) и сетью Джели (диаметр входного отверстия 36 см, газ

\* Авторы выражают искреннюю благодарность А.Н.Козлову, А.В.Земскому, В.И.Васильеву, принимавшим непосредственное участие в сборе материала.

№ 49). Сетью БОНГО выполнялись косые ловы в слое 500-0 м, а сетью Джеди – вертикальные ловы в слое от 100 м до поверхности. Всего за период съемки была выполнена 91 станция, собрано 25 иктиопланктонных и 91 планктонная проба. Использовалась стандартная методика сбора и обработки проб (Расс, Казанова, 1966; Smith, Richardson, 1977).

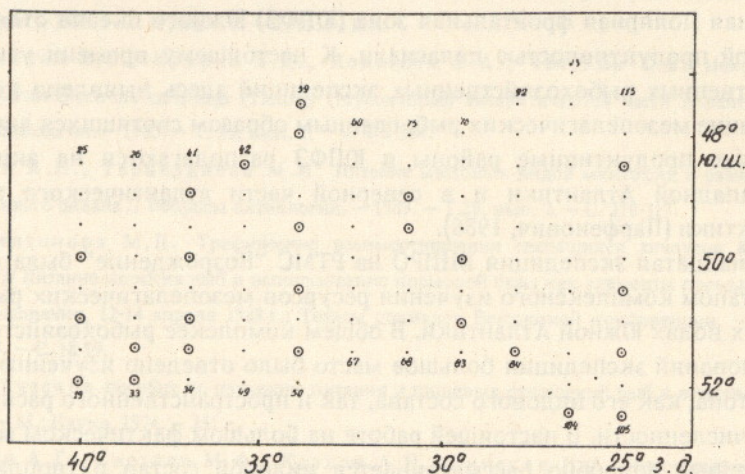


Рис. 1. Схема станций в районе исследований. Кружками обозначены ловы сетью БОНГО

Для определения видовой принадлежности икринок и личинок использованы имеющиеся в литературе описания развития мезопелагических и донных рыб Антарктики (Перцева-Остроумова, 1967, 1977; Белянина, Ковалевская, 1979; Ефременко, 1979, 1983а; Efremenko, 1983).

Численность личинок *Krefflichthys anderssoni* рассчитывали статистическим методом оценки результатов их количественного учета (Аксютина, 1968). Расчеты сделаны, исходя из количества личинок под 1 м<sup>2</sup> поверхности моря. Для определения биомассы этого вида был использован метод, предложенный Т.В.Дехник (1986).

### Результаты исследований

Иктиопланктон исследованного района по видовому составу не отличается большим разнообразием. В результате обработки собранного материала

ла нам удалось идентифицировать икринки и личинки десяти видов рыб, относящихся к пяти семействам (таблица).

Виды икринок и личинок рыб, собранных в рейсе РТМС "Возрождение" к северо-западу от о. Южная Георгия в весенний сезон (октябрь-ноябрь) 1987 г.

Таксон	Фазы и стадии развития			Число экзemplяров
	Икра	Предличинки	Личинки	
Bathylagidae				
<i>Bathylagus gracilis</i> Lonnberg	-	-	+	8
Paralepididae				
<i>Notolepis coatsi</i> Dollo	-	-	+	10
Mystophidae				
<i>Krefflichthys anderssoni</i> (Lonnberg)	-	-	+	450
<i>Electrona antarctica</i> (Gunther)	-	-	+	180
<i>Gymnoscopelus braueri</i> (Lonnberg)	-	-	+	12
<i>G. opisthopterus</i> Fraser-Brunner	-	-	+	55
<i>Protomyctophum bolini</i> (Fraser-Brunner)	-	-	+	10
Muraenolepididae				
<i>Muraenolepis microps</i> Lonnberg	-	-	+	8
Macrouridae				
<i>Macrourus whitsoni</i> Regan	-	-	+	3
Nototheniidae				
<i>Dissostichus eleginoides</i> Smitt	+	-	-	5

Представленные в ихтиопланктоне виды можно отнести к двум основным группам рыб Антарктики — мезопелагическим (сем. Bathylagidae, Paralepididae, Mystophidae) и донным (Muraenolepididae, Macrouridae, Nototheniidae). Личинки мезопелагических рыб в наших сборах представлены видами, характеризующимися двумя типами ареалов: нотально-антарктическим (*Krefflichthys anderssoni*, *Gymnoscopelus braueri*, *G. opisthopterus*, *Protomyctophum bolini*) и антарктическим (*Bathylagus gracilis*, *Notolepis coatsi*, *Electrona antarctica*) (Андрияшев, 1962; Беккер, 1983; Лисовенко и др., 1986).

Икринки и личинки донных рыб в наших сборах представлены видами с патагонско-антарктическим типом ареала (*Muraenolepis microps*, *Macrourus whitsoni*, *Dissostichus eleginoides*) (Андрияшев, 1964; Пермитин, 1977).

Личинки мезопелагических рыб во время съемки встречались по всему исследуемому району в верхнем 500-метровом слое (рис. 2). Отмечены не-

которые особенности в распределении личинок мезопелагических рыб с различными типами ареала. Так, личинки нотально-антарктических видов – *Krefftichtys anderssoni*, *Gymnoscopelus braueri*, *G. opisthopterus*, *Protomystophum bolini* – наблюдались по всему району съемки, как в водах собственно ЮПФЗ, так и к северу – в нотальных водах и к югу – в антарктических (рис. 3,а). В отличие от них личинки видов с антарктическим типом ареала – *Bathylagus gracilis*, *Notolepis coatsi*, *Electrona antarctica* – встречались главным образом в южной части ЮПФЗ и к югу от этой зоны (см. рис. 3,б).

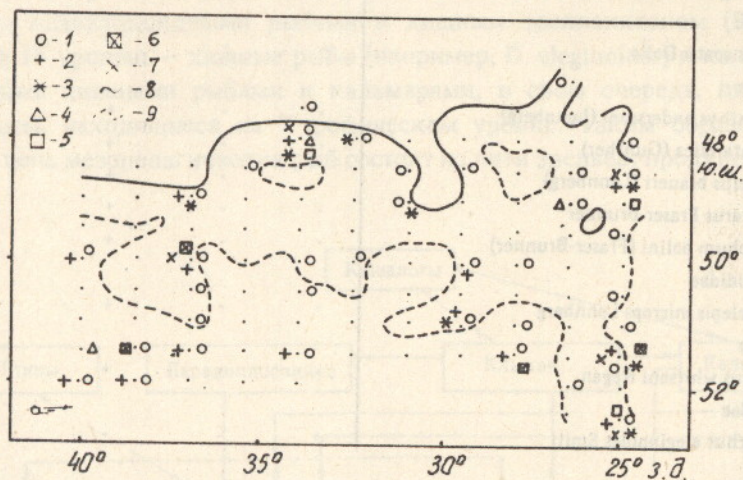


Рис. 2. Распределение личинок мезопелагических рыб:

1 – *K. anderssoni*; 2 – *E. antarctica*; 3 – *G. opisthopterus*; 4 – *G. braueri*; 5 – *P. bolini*;  
6 – *N. coatsi*; 7 – *B. gracilis*; 8 – северная граница ЮПФЗ; 9 – южная граница ЮПФЗ

Такое распределение личинок мезопелагических рыб, по-видимому, можно объяснить различными типами репродуктивных ареалов этих видов (Ефременко, 1983а; 1986). Так, нотально-антарктические виды имеют нотально-антарктический тип репродуктивного ареала, их нерест происходит в нотальной и антарктической зонах, но главным образом в районе ЮПФЗ и вблизи от нее. В то же время антарктические виды имеют антарктический тип репродуктивного ареала и нерестятся только в антарктических водах.

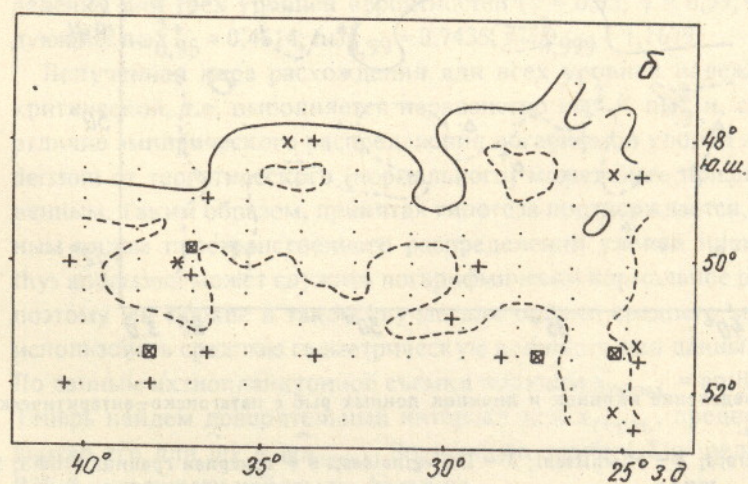
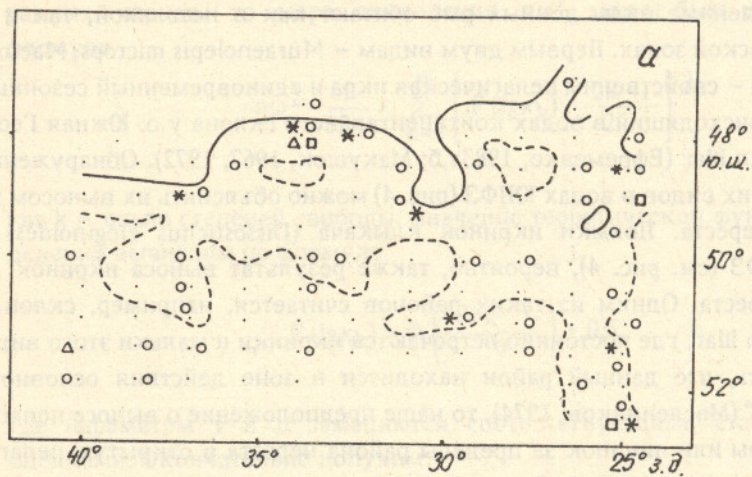


Рис. 3. Распределение личинок мезопелагических рыб с нотально-антарктическим (а) и антарктическим (б) типами ареалов. Условные обозначения, как на рис. 2

Перечисленные виды донных рыб обитают как в нотальной, так и в антарктической зонах. Первым двум видам – *Muraenolepis microps*, *Macrourus whitsoni* – свойственны пелагическая икра и единовременный сезонный нерест, происходящий в водах континентального склона у о. Южная Георгия и у скал Шаг (Ефременко, 1983а,б; Макушок, 1967, 1972). Обнаружение личинок этих видов в водах ЮПФЗ (рис. 4) можно объяснить их выносом из районов нереста. Поимки икринок клыкача (*Dissostichus eleginoides*) в водах ЮПФЗ (см. рис. 4), вероятно, также результат выноса икринок из района нереста. Одним из таких районов считается, например, склон и шельф скал Шаг, где постоянно встречаются икринки и мальки этого вида. Если учесть, что данный район находится в зоне действия основного потока АЦТ (Масленников, 1974), то наше предположение о выносе пелагической икры или личинок за пределы района нереста в открытую пелагаль можно считать вполне обоснованным.

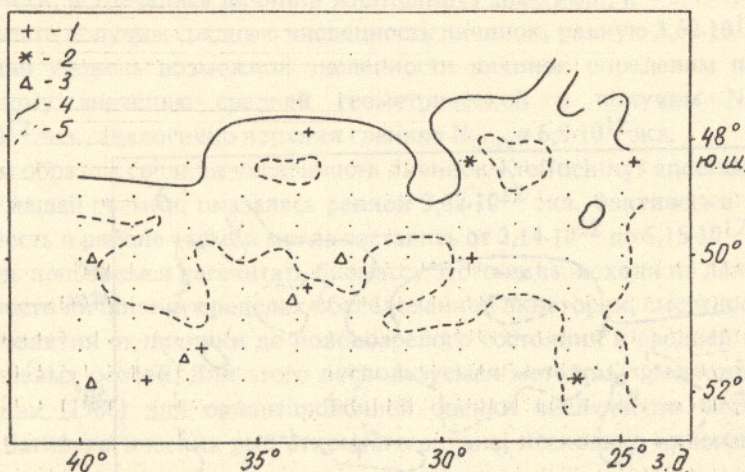


Рис. 4. Распределение икринок и личинок донных рыб с патагонско-антарктическим типом ареала:

1 – *M. microps*; 2 – *M. whitsoni*; 3 – *D. eleginoides*; 4 – северная граница ЮПФЗ; 5 – южная граница ЮПФЗ

В количественном отношении основу ихтиопланктона исследованного района составили личинки сем. *Mystophidae*. Среди представителей этого семейства как по численности, так и по частоте встречаемости доминирует

*Krefftichtys anderssoni*, личинки которого встречались практически на всех ихтиопланктонных станциях, что позволило выполнить расчеты их численности и оценить биомассу этого вида.

Как известно, при исследовании ихтиопланктона обычно приходится оперировать выборочными совокупностями (пробами) и уже на их основании делать выводы в отношении всего ихтиопланктонного сообщества. Естественно, в связи с этим возникает вопрос о репрезентативности выборочных показателей: насколько пробы (в данном случае уловы личинок ихтиопланктонной сетью) характеризуют распределение во всей генеральной совокупности.

До сих пор численность ихтиопланктона определяют преимущественно методом площадей, в основу которого положено неизменное правило о равномерном распределении объектов на всей акватории моря, где намечена сетка станций для проведения учетной съемки. Естественно, при исследовании больших морских акваторий в условиях неблагоприятной погоды и большой динамичности водных масс исследователи неизбежно вынуждены ограничиваться относительно редкой сеткой станций, в связи с чем не всегда удается собрать необходимое количество данных, используемых в моделях оценки численности ихтиопланктона. В таком случае всегда возникает вопрос о достоверности результатов, полученных по данной методике, которая практически стала стандартной для ихтиопланктонных исследований в открытом океане. Чтобы разобраться в этом, необходимо прежде всего установить закономерности уловов икринок, личинок или мальков. Здесь приходится оперировать средними величинами численности ихтиопланктона (икринок, личинок или мальков), т.е., средней величиной улова, которая и является основным элементом количественной характеристики распределения личинок в исследуемом районе. От правильного определения этой величины зависят и все последующие выводы.

Однако известно, что применению того или иного метода оценки среднего значения исследуемых величин должен предшествовать статистический анализ данных наблюдений, и, в первую очередь, установление вида пространственного распределения. С целью выяснения закономерностей распределения личинок *Krefftichtys anderssoni*, которые доминировали в ихтиопланктоне исследованного полигона и присутствовали практически на всех ихтиопланктонных станциях, воспользуемся порядком статистического анализа распределения популяции рыб, изложенным З.М.Аксютиной (1968). Такой анализ, например, был использован непосредственно для оценки результатов количественного учета личинок и мальков сайры (Со-

*lolabis saira*) в водах северо-западной части Тихого океана (Саблин, 1977). Покажем порядок расчетов с применением методов статистики на примере нашей съемки. В данном случае мы имеем дело с небольшим объемом статистической совокупности (всего во время съемки было выполнено 25 станций, из которых четыре оказались аварийными и были исключены из расчетов). Составим интервальный статистический ряд результатов уловов  $x_i$  личинок на оставшихся станциях:

Число личинок в улове $x_i$	0-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50
Количество уловов $n_i$	8	6	2	2	1	2
Относительная частота $\tilde{P}_i$	0,39	0,29	0,09	0,09	0,06	0,09

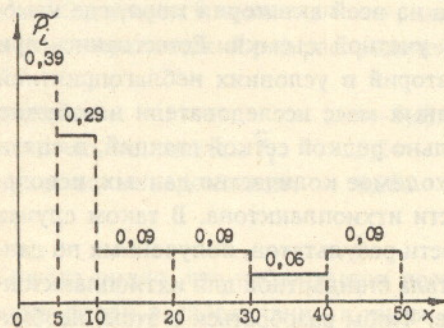


Рис. 5. Относительные частоты уловов личинок *K. anderssoni*

Затем построим гистограмму распределения относительных частот уловов личинок (рис. 5). При визуальном сравнении вариационного ряда и гистограммы распределения уловов оказалось, что они не симметричны, т.е. распределение уловов существенно отличается от нормального, и, следовательно, оно не может быть моделировано. Поэтому при оценке среднего улова мы не вправе использовать среднее арифметическое значение наблюдаемых данных, так как оно может быть подвержено значительным случайным погрешностям, а значит, может оказаться неэффективным для оценки математического ожидания изучаемой генеральной совокупности. Такое распределение обычно удовлетворительно аппроксимируется логарифмически нормальным (логнормальным), т.е. распределением, при котором нормально распределены не сами данные, а их логарифмы. Как известно, логнормальное распределение количественных показателей, по-видимому, является обычным случаем, если не правилом, для совокупностей водных животных (Несис, 1969).

Таким образом, проверяемой нами гипотезой пространственного распределения личинок *K. anderssoni* является гипотеза о нормальном распределении логарифмов уловов этих личинок. Характеристикой средней вели-



чины (среднего улова) в таком случае необходимо считать среднюю арифметическую из совокупности логарифмов данных как показатель наиболее вероятной плотности пространственного распределения. Она будет удовлетворять требованиям, предъявляемым к средним величинам – близости к модальной величине и достаточной устойчивости. Средняя арифметическая из логарифмов данных – это логарифм средней геометрической или средняя геометрическая величины, которая определяется формулой

$$\tilde{\lg x} = \frac{\lg x_1 + \lg x_2 + \dots + \lg x_n}{n} = \lg \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} = \lg \tilde{x}_{\text{геом.}}$$

тогда  $\tilde{x}_{\text{геом.}} = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} = \text{antilg}(\tilde{\lg x})$ .

Попытаемся нормализовать распределение уловов личинок *K. anderssoni* в пределах исследованной акватории в период нашей съемки, рассматривая совокупность логарифмов их уловов. Составим интервальный ряд распределения  $\lg x$  для уловов в октябре–ноябре 1987 г.:

Логарифм числа личинок в улове $\lg x$	0-0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
Количество уловов $n_i$	5	5	6	3	2
Относительная частота $\tilde{P}_i$	0,24	0,24	0,28	0,14	0,10

Предположим, что распределение логарифмов уловов моделируется нормальным распределением, и тогда необходимо сравнить эмпирический ряд распределения  $\lg x$  с теоретическим. Для этого рассчитаем теоретический ряд распределения логарифмов уловов, предварительно вычислив соответствующие статистические характеристики, которые могут служить параметрами нормального распределения, а именно: логарифм средней геометрической или среднюю арифметическую логарифмов уловов:

$$\tilde{\lg x}_{\text{геом.}} = \frac{\lg x_i}{n} = \frac{17,26}{21} = 0,8219;$$

и дисперсию логарифмов уловов:

$$S^2_{\lg x} = \frac{\sum (\lg x_i - \tilde{\lg x})^2}{n - 1} = \frac{5,2138}{20} = 0,2607.$$

Тогда стандартное статистическое отклонение  $S \lg x = \sqrt{0,2607} = 0,5106$ .

Теперь приравняем вычисленные статистические характеристики к параметрам нормального распределения:  $v = \lg x = 0,82$  и  $\sigma = S \lg x = 0,51$ . Затем вычислим вероятности попадания случайной величины  $\lg x$  в интервалы статистического ряда по формуле

$$P(\alpha \leq x < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - v}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - v}{\sigma}\right),$$

где  $\Phi(x)$  – табулированные значения функции Лапласа. По этой формуле вычисляют вероятность попадания нормально распределенной случайной величины на заданный промежуток  $(\alpha, \beta)$ , если известны ее числовые параметры  $v$  и  $\sigma$ . Согласно принятой методике (Аксютина, 1968) наименьшее граничное значение 0 заменим на  $-\infty$ , наибольшее 2,0 – на  $+\infty$ . Получим следующий теоретический ряд распределения логарифмов уловов:

Интервалы	$(-\infty - 0,4)$	$0,4 - 0,8$	$0,8 - 1,2$	$1,2 - 1,6$	$(1,6 - \infty)$
Относительные частоты $\tilde{P}_i$	0,24	0,24	0,28	0,14	0,10
Теоретические вероятности $P_i$	0,204	0,276	0,286	0,172	0,062

Отсюда видно, что наблюдается достаточно хорошая сходимость полученных рядов распределения и, судя по визуальному сравнению многоугольников распределений, эти ряды довольно близки (рис. 6).

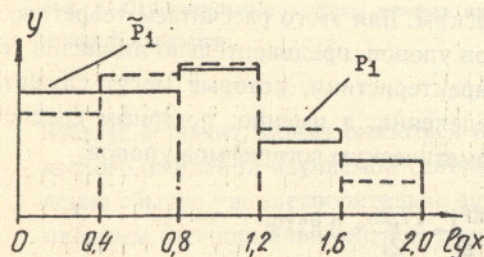


Рис. 6. Относительные частоты  $\tilde{P}_i$  и теоретические вероятности  $P_i$  логарифмов уловов личинок *K. anderssoni*

Для количественной оценки степени согласованности эмпирического распределения с теоретическим воспользуемся критерием соответствия Крамера–Смирнова  $\omega^2$ , который базируется непосредственно на данных наблюдений и может быть использован на сравнительно небольшом объеме выборки, как например, в нашем случае, когда число наблюдений  $n = 21$ . Поскольку статистическая совокупность наших данных не содержит

равных членов, то мера отклонения  $n\omega^2$  может быть рассчитана по формуле

$$n\omega^2 = \frac{1}{12n} + \sum_{k=1}^n \left[ F(\lg x_k) - \frac{2k-1}{2n} \right]^2,$$

где  $k$  – число степеней свободы. Значение теоретической функции распределения вычислим по формуле

$$F(\lg x_k) = \Phi \left( \frac{\lg x_k - \nu}{\sigma} \right) + 0,5,$$

где параметры  $\nu$  и  $\sigma$  заменяются соответствующими статистическими оценками. Окончательно получим

$$n\omega^2 = \frac{1}{12 \cdot 21} + \sum_{k=1}^{21} \left[ F(\lg x_k) - \frac{2k-1}{2n} \right]^2 = 0,0393.$$

Критические значения  $n\omega_{\gamma}^2$ , найденные по таблицам предельного распределения для трех уровней вероятностей ( $\gamma = 0,95$ ;  $\gamma = 0,99$ ;  $\gamma = 0,999$ ) следующие:  $n\omega_{0,95}^2 = 0,4614$ ;  $n\omega_{0,99}^2 = 0,7435$ ;  $n\omega_{0,999}^2 = 1,1679$ .

Полученная мера расхождения для всех уровней надежности меньше критической, т.е. выполняется неравенство  $n\omega^2 < n\omega_{\gamma}^2$  и, следовательно, отличие эмпирического распределения логарифмов уловов личинок *K. anderssoni* от теоретического (нормального) может быть признано несущественным. Таким образом, принятая гипотеза подтверждается, и установленным видом пространственного распределения уловов личинок *Krefftichthys anderssoni* может служить логарифмически нормальное распределение; поэтому мы вправе в таком случае для оценки среднего значения улова использовать среднюю геометрическую величину для данных наблюдений. По данным ихтиопланктонной съемки получим  $\hat{x}_{\text{геом.}} = \text{antilg } 0,8219 = 6,60$ . Теперь найдем доверительный интервал для  $x_{\text{геом.}}$ , предварительно рассчитав его для  $\hat{\lg} x = \hat{\lg} x_{\text{геом.}}$ . Возможную ошибку  $\Sigma \hat{\lg}$  величины  $\hat{\lg} x$  при 95%-й надежности найдем по формуле

$$\Sigma \hat{\lg} = t_{\gamma}(n-1) \frac{S \hat{\lg}}{\sqrt{n}} = 2,086 \cdot \frac{0,510}{4,582} = 0,2290,$$

где  $t_{\gamma}(n-1)$  – табличное значение критерия  $t$  – распределения Стьюдента, отвечающее вероятности  $\gamma$ . Доверительный интервал для  $\tilde{lg}x = \lg\tilde{x}_{геом.}$  с вероятностью 0,95% равен:  $Ilg = \tilde{lg}x = 0,8219 \pm 0,2290$  или  $1,0590 < \lg\tilde{x}_{геом.} < 0,5929$ .

Вычислив антилогарифмы этих чисел, получим доверительный интервал для средней геометрической:

$$I = \text{antilg}(\tilde{lg}x \pm \Sigma lg),$$

т.е.  $3,89 < \tilde{x}_{геом.} < 11,22$ . Таким образом, 95% всех уловов (станций) в нашем случае должны насчитывать от 3,9 до 11,2 личинок данного вида под 1 м<sup>2</sup>.

Теперь, экстраполируя средний улов на всю площадь акватории съемки, определим численность личинок *Krefftichthys anderssoni* по формуле  $\tilde{N} = S\tilde{x}_{геом.}k$ , где  $S = 160000$  кв. миль, площадь акватории, на которой, по данным съемки, встречались личинки *Krefftichthys anderssoni*,  $k = 3,43 \cdot 10^6$  м<sup>2</sup>. В результате получим среднюю численность личинок, равную  $3,62 \cdot 10^{12}$  экз.

Нижний уровень возможной численности личинок определим по минимальному значению средней геометрической и получим  $N_{\min} = 2,14 \cdot 10^{12}$  экз., аналогично верхняя граница  $N_{\max} = 6,5 \cdot 10^{12}$  экз.

Таким образом, средняя численность личинок *Krefftichthys anderssoni*, по данным нашей съемки, оказалась равной  $3,62 \cdot 10^{12}$  экз. Фактически же их численность в районе съемки могла составить от  $2,14 \cdot 10^{12}$  до  $6,15 \cdot 10^{12}$  экз.

Теперь попытаемся рассчитать биомассу этого вида, исходя из данных о численности личинок в пределах обследованной акватории, смертности во время развития от личинки до половозрелого состояния и средней массы половозрелых особей. Для этого воспользуемся методом, предложенным Т.В.Дехник (1986) для ориентировочной оценки численности массовых мезо- и батипелагических рыб открытого океана, несколько видоизменив уравнение автора

$$B = \tilde{N} [(1 - m_1) (1 - m_2)] P,$$

где  $B$  – биомасса половозрелых рыб;  $\tilde{N}$  – среднее значение численности личинок на данной акватории;  $m_1$  и  $m_2$  – смертность личинок соответственно в процессе развития и в течение малькового периода до наступления половозрелости;  $P$  – средняя масса половозрелых особей.

Известно, что большинство мезопелагических рыб в тропических водах созревает в возрасте одного года, а их нерест происходит практически в

течение всего года (Gjpsaeter, Kawaguchi, 1980). В целом для мезопелагических рыб Антарктики также характерен круглогодичный порционный нерест, происходящий в глубинной теплой водной массе, ниже 200 м (Ефременко, 1986, 1987). Однако половозрелыми, судя по данным, полученным для некоторых представителей этой группы рыб Антарктики (антарктической электроны и батилага), они становятся в более позднем возрасте, вероятно, на втором—третьем году жизни (Лисовенко, 1983; Любимова и др., 1983; Лисовенко и др., 1986; Rowedder, 1979). Рассматриваемый вид имеет нотально-антарктический тип репродуктивного ареала и нерестится как в нотальной зоне, так и южнее Антарктической конвергенции, в антарктических водах (Ефременко, 1983а; 1986), скорее всего во все сезоны года, если судить по встречаемости икры и личинок.

Не имея возможности получить данные о смертности *Krefflichthys anderssoni* за период жизни от годовика до возраста полового созревания, мы рассчитали биомассу этого вида только для особей в возрасте одного года. Средняя масса таких особей принята равной 2 г. При таком ориентировочном расчете на основе литературных данных (Дехник, 1986) были приняты следующие осредненные показатели смертности: за период личиночного развития — 90%, от начала малькового периода до годовика — 50%.

Полученные при таких расчетах результаты показали, что в пределах исследованной акватории ЮПФЗ, к северу от о. Южная Георгия, на площади 160 тыс. кв. миль биомасса *Krefflichthys anderssoni* может составить в среднем 36,2 тыс. т. Фактическая же ее величина в этом районе могла быть от 21,4 до 61,5 тыс. т. Средняя плотность концентраций этого вида для всего района съемки оказалась чрезвычайно низкой — 0,22 тонны на кв. милю или 0,06 г/м<sup>2</sup>.

Ориентировочные данные по биомассе *Krefflichthys anderssoni*, как можно видеть, получены нами по съемке с малым числом станций (n = 21), поэтому доверительный интервал для среднего улова личинок, а следовательно, и для дальнейших расчетов биомассы может оказаться довольно широким. Естественно, для получения более узкого доверительного интервала при том же уровне надежности, необходимо идти экстенсивным путем, т.е. через увеличение числа станций. Рассчитаем необходимое число станций облова, воспользовавшись формулой для приближенной оценки объема выборки

$$n \approx \left[ \frac{t_{\gamma}(n_1 - 1) S_{lg}}{\Sigma lg} \right]^2$$

Зная  $\sigma = S I g = 0,51$ , полученное по данным настоящей съемки, и  $t_{\gamma}(n_1 - 1)$ , оценим число станций, необходимое для получения средней  $I g x$  с точностью  $\Sigma I g = 0,15$ , приняв надежность  $\gamma = 0,95$ . Так как  $t_{\gamma}(n_1 - 1) = t_{0,95}(20) = 2,09$ , то

$$n = \left( \frac{2,09 \cdot 0,51}{0,15} \right)^2 = 50 \text{ станциям.}$$

Это теоретически необходимое число ненулевых уловов. Если в процессе сбора данных окажутся нулевыми уловы, их не следует принимать в расчет. Результаты съемок при таком объеме станций будут более устойчивыми, а доверительный интервал средней геометрической менее широким, чем при  $n = 21$ .

### Заключение

Проведенные исследования видового состава и распределения ихтиопланктона в районе ЮПФЗ, к северу от о. Южная Георгия, показали, что для одних видов рыб этот продуктивный район может служить зоной размножения, для других — зоной нестерильного выселения в раннем онтогенезе, для третьих — зоной нагула.

Как известно, в данном районе размножаются мезопелагические рыбы с нотально-антарктическим типом репродуктивного ареала. В основном это представители семейства Mucrophidae [ *Krefflichthys anderssoni*, *Gymnoscopelus braueri*, *G. opisthopterus* ] (Ефременко, 1983б, 1986). Личинки этих видов встречались по всему исследованному району и доминировали в пробах. Кроме того, в районе ЮПФЗ были отмечены личинки мезопелагических рыб с антарктическим типом репродуктивного ареала: *Bathylagus gracilis*, *Notolepis coatsi*, *Electrona antarctica*. Эти виды нерестятся только в антарктической зоне, их личинки были немногочисленны и встречались в основном в южной части ЮПФЗ и антарктических водах. Появление этих личинок в районе ЮПФЗ можно объяснить их выносом с водами АЦТ или Уэдделловского дрейфа. Необходимо учесть и гидрологические особенности данного года, как аномально холодного<sup>х</sup>, когда район нереста мезопелагических рыб с антарктическим типом ареала возможно несколько расширился по направлению к северу.

<sup>х</sup> По устным сообщениям гидрологов и из отчета 12-го рейса РТМС "Возрождение".

Особый интерес представляет обнаружение в районе ЮПФЗ икры и личинок донных рыб Антарктики с патагонско-антарктическим типом ареала (*Muraenolepis microps*, *Macrourus whitsoni*, *Dissostichus eleginoides*). Мы считаем, что это скорее всего частичная экспатриация ранних стадий развития этих видов из районов нереста в районы открытой пелагиали, которая может происходить особенно в периоды формирования проносного типа циркуляции вод над шельфом и склоном в районах нереста донных рыб — у о. Южная Георгия (Масленников, 1979) и скал Шаг. Вынесенные с нерестилиц икринки и личинки вовлекаются течением в меандрирующую систему ЮПФЗ, где, вероятно, благополучно развиваются и растут. В отличие от других видов донных рыб Антарктики перечисленные виды с патагонско-антарктическим типом ареала имеют пелагическую икру, и нерест у них происходит в пелагиали над континентальным склоном (Макушок, 1967; Ефременко, 1983а).

И наконец, район ЮПФЗ является зоной нагула неполовозрелой части популяции одного из промысловых видов миктофид — *Electrona carlsbergi*, которая откармливается в этом районе в весенне-летний сезон на копеподном зоопланктоне. Отмечено отсутствие личинок этого вида в ихтиопланктоне ЮПФЗ, что еще раз подтверждает высказанную нами ранее гипотезу о том, что нерест этого вида в водах атлантического сектора Южного океана происходит в нотальных водах, и к северу от ЮПФЗ (Ефременко, 1986).

Как показал анализ распределения уловов личинок *K. anderssoni* в районе ЮПФЗ, к северу от о. Южная Георгия, на основе ихтиопланктонной съемки, выполненной в октябре—ноябре 1987 г., уловы подчинены логнормальному закону распределения с параметрами  $v = 0,82$  и  $\sigma = 0,51$ .

Результаты ориентировочных расчетов биомассы, полученные на основании статистической оценки распределения уловов личинок, показали, что в пределах исследованной акватории биомасса *K. anderssoni* может составить в среднем 36,2 тыс. т, а ее минимальная и максимальная величины 21,4 и 61,5 тыс. т соответственно. Результаты ихтиопланктонных съемок при 50 ненулевых станциях (теоретически необходимом количестве) будут более репрезентативными, чем выборочные данные при съемке с  $n = 21$ . Такие расчеты по определению объема выборки позволяют более эффективно планировать последующие ихтиопланктонные съемки.

#### Список использованной литературы

Аксютин З. М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. — М.: Пищевая промышленность, 1968. — 288 с.

Андрияшев А. П. Батипелагические рыбы Антарктики. 1. Семейство Mucrophidae. Исследование фауны морей. Т. 1 (9). — Л.: АН СССР, 1962. — С. 217-294.

Андрияшев А. П. Обзор фауны рыб Антарктики. Исследование фауны морей. Т. 2 (10). — М.—Л.: АН СССР, 1964. — С. 335-386.

Беккер В. Э. Миктофовые рыбы Мирового океана. — М.: Наука, 1983. — 247 с.

Беянина Т. Н., Ковалевская Н. В. Материалы по развитию и распространению личинок светящихся анчоусов (сем. Mucrophidae) нотальных вод Австрало-Новозеландского региона // Труды ИО АН СССР. — 1979. — Т. 106. — С. 70-96.

Дехник Т. В. Применение ихтиопланктонных методов для оценки биомассы нерестового стада рыб // Труды ИО АН СССР. — 1986. — Т. 116. — С. 103-125.

Ефременко В. Н. Личинки шести видов рыб сем. *Nototheniidae* из моря Скотия // Вопросы ихтиологии. — 1979. — Т. 19, вып. 6 (119). — С. 1068-1078.

Ефременко В. Н. Описание икринок и личинок *Muraenolepis microps* Lönnberg (*Muraenolepididae*) из моря Скотия // Вопросы ихтиологии. — 1983а. — Т. 23, вып. 1. — С. 149-151.

Ефременко В. Н. Особенности распределения икринок и личинок мезопелагических рыб Западной Антарктики // Характеристика особенностей воспроизводства массовых мезопелагических рыб Западной Антарктики. — М.: ВНИРО, 1983б. — С. 18-29.

Ефременко В. Н. Особенности распределения икринок и личинок рыб семейства *Mucrophidae* в Южной Атлантике // Вопросы ихтиологии. — 1986. — Т. 26, вып. 5. — С. 820-826.

Ефременко В. Н. Видовой состав и распределение ихтиопланктона в Антарктике // Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. — М.: Наука, 1987. — С. 358-373.

Лисовенко Л. А. Некоторые особенности размножения двух видов мезопелагических рыб Южного океана: антарктической электроны и батилага // Характеристика особенностей воспроизводства массовых мезопелагических рыб Западной Антарктики. — М.: ВНИРО, 1983. — С. 5-18.

Лисовенко Л. А., Андрианов Д. П., Кобылянский С. Г. Восстановление валидности и материалы по размножению *Bathylagus gracilis* Lönnberg (*Bathylagidae*, *Salmoniformes*) // Рыбы океанской пелагиали и подводных поднятий. — М.: Наука, 1986. — С. 215-227.

Любимова Т. Г., Шуст К. В., Трояновский Ф. М., Семенов А. Б. К экологии массовых видов миктофид атлантического сектора Антарктики // Антарктика. — М.: Наука, 1983. — Т. 22. — С. 99-106.

Макушок В. М. Долгохвосты (сем. *Macrouridae*, *Coryphaenoididae* Auct) // Биология Тихого океана. Кн. 3. Рыбы открытых вод. — М.: Наука, 1967. — С. 200-227.

Макушок В. М. Долгохвосты (*Macrouridae*, *Pisces*) Антарктики (по сборам Д/Э "Обь" 1956—1963 гг. // Труды ИО АН СССР. — 1972. — Т. 93. — С. 250-276.

Масленников В. В. Дрейфовые течения в море Скотия // Труды ВНИРО. — 1974. — Т. 98. — С. 43-50.



- Масленников В.В. Особенности горизонтальной циркуляции вод в районе острова Южная Георгия // Антарктика. — М.: Наука, 1979. — Т. 18. — С. 141-144.
- Несис К.Н. Применение геометрической средней при изучении распределения водных организмов // Труды ВНИРО. — 1969. — Т. 65. — С. 304-309.
- Парфенович С.С. Общие черты природной организации размещения биопродуктивных районов мезопелагиали // Океанологические условия мезопелагиали Мирового океана: Сборник научных трудов. — М.: ВНИРО, 1986. — С. 4-26.
- Пермитин Ю.Е. Видовой состав и зоогеографический анализ фауны донных рыб моря Скотия // Вопросы ихтиологии. — 1977. — Т. 17, вып. 5(106). — С. 843-861.
- Перцева-Остроумова Т.А. Личинки примитивных миктофид Protomyctophum и Electrona (Mystophidae, Pisces) // Труды ИО АН СССР. — 1967. — Т. 84. — С. 222-238.
- Перцева-Остроумова Т.А. О развитии некоторых видов рода Gymnoscopelus Günther (сем. Mystophidae) // Вопросы ихтиологии. — 1977. — Т. 17, вып. 1(102). — С. 64-71.
- Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 42 с.
- Саблин В.В. Статистический анализ распределения личинок и мальков сайры Cololabis saira и оценка их численности на основании логнормального распределения уловов // Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии. — 1977. — Вып. 8. — С. 54-64.
- Efremenko V.N. Atlas of fish larvae of the Southern Ocean // CYBIUM. - 1983. - Vol. 7, N 2. - P. 1-74.
- Rowedder U. Some aspects of the biology of Electrona antarctica (Günther, 1878) (Family Myctophidae) // Bericht. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresforsch. - 1979. - Bd. 27, Hf. 4. - S. 244-251.
- 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.
- Gjøsæter J., Kawaguchi K. A review of the world resources of mesopelagic fish // FAO Fish. Techn. Pap. - 1980. - N 193. - P. 1-151.

**В.Н.Ефременко** (ВНИРО)

## **ИХТИОПЛАНКТОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ СЕЗОН 1989 г. В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИКИ**

В общем комплексе океанологических исследований, проводимых в 15-й экспедиции ВНИРО на РТМС "Возрождение", большое внимание было уделено изучению видового состава и пространственного распределения ихтиопланктона.