

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРАЛОВО-АКУСТИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Канд. техн. наук М.Л.Заферман – ПИНРО

Тралово-акустическая съемка (ТАС) – основной способ оценки запасов промысловых рыб в современных рыбохозяйственных исследованиях. Технология ТАС разработана в ПИНРО и впервые применена автором и М.С.Шевелевым в Баренцевом море в 1976 г. для оценки запасов окуня-клевача, а в 1977 г. – трески и пикши. В те годы калибровку эхо-интегратора и оценку коэффициента уловистости (КУ) трала выполняли с помощью подводного аппарата “Север-2”. Впоследствии методика ТАС постоянно совершенствовалась, однако сейчас все еще остаются нерешенными проблемы, препятствующие повышению точности оценок запасов и, следовательно, прогнозов.

Анализируя технологию ТАС, легко обнаружить плохую совместимость двух ее частей – траловой и акустической. Гидроакустическая съемка выполняется непрерывно, на полном ходу судна и позволяет быстро обследовать большие акватории. Траловая съемка является дискретной, ее осуществляют на станциях, затрачивая довольно много времени на спуск и подъем трала. В результате общая длительность ТАС оказывается вдвое больше, чем только акустической. Это противоречит самой идее инструментальной съемки, как “мгновенной фотографии” состояния запаса рыбы.

Плохая совместимость двух технологий проявляется и в различии характера получаемых данных. Гидроакустическая съемка предназначена для определения абсолютной численности рыб, траловая же дает относительные результаты, и их приходится пересчитывать посредством КУ.

Современная методика ТАС сталкивается со следующими проблемами:

недостаточная точность оценки КУ трала по размерно-возрастным классам рыб;

недостаточная точность калибровки гидроакустических измерительных систем в единицах плотности скоплений;

использование данных о составе тралового улова для расшифровки видового состава эхо-сигнала.

Первая проблема относится к траловой технологии оценки запасов, вторая – к акустической, третья – к совместимости той и другой.

Анализ оценок КУ, полученных инструментальными методами в ПИНРО в

1986–1987 гг., показывает весьма большой разброс этих данных: во всех случаях среднеквадратичная погрешность измерения КУ больше средней оценки или довольно близка к ней (табл. 1). Подобная картина наблюдается и в отношении КУ, дифференцированного по размерным группам рыб (табл. 2). Таким образом, распределение погрешностей не является нормальным, а это говорит о том, что здесь действуют факторы, вносящие в измерения кроме стандартной ошибки еще и неизвестные систематические погрешности. Причиной появления таких погрешностей могут быть:

неправильное применение методик оценки плотности скоплений рыб перед тралом, использование неверных расчетных формул или неверное определение параметров этих формул;

индивидуальные особенности зрительно-го восприятия подводных наблюдателей;

неучтенные факторы среды (например, течения или особенности грунта), которые могут сильно влиять на уловистость;

изменения поведения рыб за период исследований (например, адаптация рыб к тралу);

изменения настройки и неточности постановки трала в результате ошибок траловой команды.

Большое количество неизученных факторов, влияющих на уловистость, не только обуславливает низкую точность оценки КУ, но и практически исключает возможность сколько-нибудь значительно повысить ее в ближайшем будущем. Переход к более высокой точности исследований запасов рыб требует отказа от использования орудия лова в качестве инструмента количественной оцен-

ки (разумеется, его значение как средства получения биологического материала сохранится) и замены более адекватным инструментом. Сегодня у нас нет альтернативы траловой съемке и нельзя пока отказаться от нее. Но надо признать, что более целесообразно было бы заниматься не ее совершенствованием, которое малоперспективно, а поиском альтернативного способа учета. Им может стать телевизионно-акустическая, или, точнее, трало-видео-акустическая съемка, разработанная в ПИНРО (патент РФ 1589438). Такая съемка обеспечивает непрерывный, послыйный и синхронный просмотр водного пространства телевизионной и акустической аппаратурой с периодическими отборами биологических проб орудиями лова.

Вторая из указанных выше нерешенных проблем ТАС – неопределенность пересчета гидроакустических данных в абсолютные величины плотности рыбных скоплений. В настоящее время калибровку систем осуществляют по средней силе цели одиночных рыб, которую измеряют на разреженных скоплениях, как правило, в ночное время. Но из-за изменения ориентации рыб в разное время суток меняется (иногда в несколько раз) и их сила цели, поэтому распространение данных ночных измерений на всю съемку может привести к грубым ошибкам в оценке запасов. При существующей методике невозможно учесть ориентацию исследуемых рыб, а их видовой и размерный состав получают из анализа тралового улова, т.е. с большими отклонениями от реального.

Последний факт является следствием третьей нерешенной проблемы ТАС. Как установлено с достаточной степенью достовер-

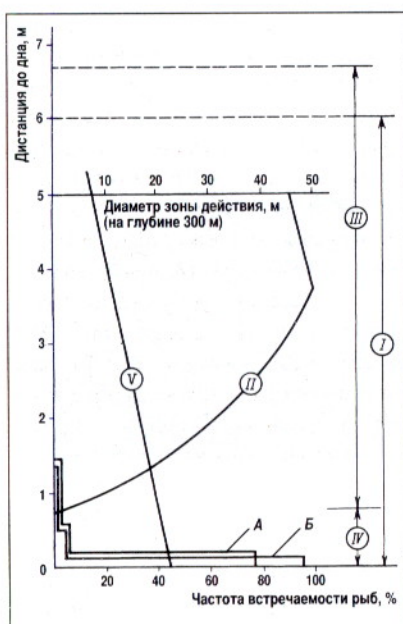
Таблица 1

Тип трала	Размер ячеи в мешке, мм	КУ		$\delta_{\text{КУ}}$
		пределы изменения	среднее значение	
Треска				
1625-A	16	0,009–1,485	0,230	0,435
	125	0,008–4,375	0,487	1,295
2283–02	16	0,013–0,562	0,144	0,157
	125	0,005–1,197	0,233	0,307
Пикша				
1625-A	16	0,281–0,726	0,557	0,204
	125	0,004–0,409	0,142	0,164
2283–02	16	0,244–0,809	0,418	0,265
	125	0,026–0,789	0,268	0,214

Таблица 2

Тип трала; размер ячеи (мм)	Длина рыб, см								
	6-15	16-25	26-35	36-45	46-55	56-65	66-75	76-85	86-95
Треска									
1625-A; 16	<u>0,003</u>	<u>0,015</u>	<u>0,081</u>	<u>0,320</u>	<u>0,177</u>	<u>0,129</u>	<u>0,089</u>	<u>0,057</u>	<u>0,019</u>
	0,012	0,043	0,084	0,399	0,395	0,338	0,102	0,059	0,047
1625-A; 125	—	—	<u>0,516</u>	<u>1,194</u>	<u>1,400</u>	<u>0,303</u>	<u>0,064</u>	—	—
			0,999	2,652	3,784	0,429	0,032		
2283-02; 16	—	<u>0,138</u>	<u>0,198</u>	<u>0,364</u>	<u>0,228</u>	<u>0,177</u>	<u>0,158</u>	<u>0,078</u>	—
		0,324	0,322	0,336	0,237	0,188	0,214	0,001	
2283-02; 125	—	—	<u>0,118</u>	<u>0,441</u>	<u>0,389</u>	<u>0,430</u>	<u>0,067</u>	<u>0,025</u>	—
			0,168	0,609	0,361	0,464	0,054	0,008	
Пикша									
1625-A; 16	—	<u>0,160</u>	<u>0,595</u>	<u>1,804</u>	<u>0,361</u>	—	—	—	—
		0,188	0,166	2,354	0,522				
1625-A; 125	—	<u>0,010</u>	<u>0,101</u>	<u>0,189</u>	<u>0,465</u>	—	—	—	—
		0,007	0,134	0,207	0,635				
2283-02; 16	—	<u>0,282</u>	<u>0,933</u>	<u>0,465</u>	<u>0,874</u>	—	—	—	—
		0,348	0,642	0,273	0,350				
2283-02; 125	—	<u>0,061</u>	<u>0,326</u>	<u>0,412</u>	<u>0,813</u>	—	—	—	—
		0,076	0,411	0,239	0,841				

Примечание. В числителе – КУ, дифференцированные по размерным группам рыб; в знаменателе – среднеквадратичные погрешности $b_{КУ}$.



Зоны действия различных технических средств в придонном слое: I – зона облова донным тралом; II – зона действия эхолота; III – придонный слой, регистрируемый эхолотом; IV – зона маскирования эхо-сигнала грунтом; V – зона осмотра придонного слоя ТВ-системой. Примеры вертикального распределения пикши (А) и трески (Б)

ности, траловый улов по своему составу значительно отличается от реального рыбного скопления, и расшифровка эхо-сигнала не соответствует действительности. Кроме того, при работе вблизи грунта "придонный" (в акустическом смысле) слой не совпадает с зоной действия донного трала из-за маскирования эхо-сигнала грунтом. Вследствие этого акустическому облучению подвергаются не те рыбы, которые попадают в трал, в то время как видовые различия в вертикальном рас-

пределении рыб могут весьма значительно (в несколько раз) изменить соотношение видов в эхо-сигнале по сравнению с уловом.

Путь решения второй и третьей проблем ТАС состоит в том, чтобы получать информацию об одних и тех же объектах синхронно двумя способами – акустическим и альтернативным. В качестве последнего наиболее пригодно подводное телевидение.

На рисунке показано расположение зон действия различных технических средств в придонном слое. Примеры вертикального распределения трески и пикши взяты из реальных измерений в море, выполненных с помощью визуальных наблюдений и подводного телевидения. Из рисунка видно, что относительное количество рыб в зоне действия эхолота совершенно иное, чем в зоне облова донным тралом. В исследованиях, проведенных в 1977 г. с подводного аппарата "Север-2", соотношение трески и пикши в этих зонах было соответственно 1:7 и 1:1. Подводное телевидение позволяет обнаружить рыбу и в зоне маскирования эхо-сигнала.

ТВ-технология хорошо сочетается с акустической по возможностям длительной непрерывной работы под водой и компьютерной обработки данных в реальном масштабе времени. В ПИНРО разработаны способ и устройство для калибровки гидроакустической аппаратуры по реальным скоплениям (патент РФ 2006200).

Анализ ТАС приводит к выводу, что перспективным направлением совершенствования способов оценки запасов рыб является развитие видео-акустических комплексов и методов. Их применение сократит длительность съемок и повысит точность исходных данных для прогнозирования. Возможности видео-акустической технологии могут быть

еще более расширены, если вместо обычных использовать лазерные подводные ТВ-системы, обеспечивающие увеличение дальности подводного видения.

Какова бы ни была техника оценки распределения плотности скоплений гидробионтов, существует еще одно направление совершенствования методики съемки. Поскольку съемка производится на обширных акваториях, где условия изменяются в пространстве и времени, то основные параметры определения плотности (КУ, сила цели рыб и пр.) также непостоянны в течение съемки. Калибровка акустической системы с помощью видео-акустической методики достаточно проста и занимает мало времени. Ее следует проводить неоднократно в течение съемки, в каждом районе работы и для скоплений разного состава. С помощью трала это выполнить гораздо труднее, так как определение КУ весьма трудоемко. Таким образом, внедрение видео-акустической технологии представляет собой дополнительный ресурс повышения точности оценки запасов гидробионтов.

В ПИНРО развитие данного направления началось сравнительно недавно, но уже достигнуты определенные успехи. В течение 5 лет регулярно проводятся ТВ-съемки исландского гребешка, в том числе в последние 3 года используется разработанная в ПИНРО видео-компьютерная система. Видео-акустический комплекс для учета рыб ("Рыбное хозяйство". 1994. № 4) был применен в 1995 г. при оценке запасов морского окуня. Осенью 1995 г. успешно прошли первые морские испытания лазерной подводной телевизионной системы. Это позволяет надеяться на то, что видео-акустические системы с компьютерной обработкой данных займут достойное место в рыбохозяйственных исследованиях.