

Для оценки состояния запасов промысловых рыб обычно выполняют учетные съемки. Еще в 50-х годах для учета биоресурсов использовались траловые съемки. С 70-х годов наряду с траловыми съемками широко применялись гидроакустические съемки. Причиной увеличения количества учетных съемок в последнее десятилетие послужило значительное уменьшение запасов основных промысловых рыб во многих морях и введение большинством стран 200-мильных рыболовных зон на шельфах материков. В сов-

ременных экономических условиях резко сократилось количество дорогостоящих гидроакустических и траловых съемок. Более рентабельно там, где это возможно, осуществлять промыслово-акустические съемки.

Известно, что в основу гидроакустических съемок положено общепринятое положение о том, что плотность концентраций пропорциональна отраженной от них акустической энергии, которая измеряется интегрирующими системами. В траловых и промыслово-акустических съемках плотность пропорциональна величине уловов, которые тесно связаны с коэффициентом уловистости орудий лова (Юданов, 1992).

При проведении гидроакустической съемки промысловых концентраций в намеченном районе судно выполняет серию галсов. Снимаются показания интегрирующей системы со всей толщи обследуемых концентраций за определенные интервалы пути судна вдоль галсов, рассчитываются средние значения плотности распределения биологических объектов. Эти значения плотности наносят на планшет и оценивают биомассу.

При траловых съемках обследуемый район делят на мелкие квадраты, которые нумеруют. Затем с помощью таблицы случайных чисел выбирают мелкие квадраты, в которых выполняют траловые станции. В зависимости от вертикального распределения рыбы траления проводят на одном или нескольких горизонтах. Расстояние между траловыми станциями не должно превышать среднюю протяженность промысловых концентраций. Используя ориентировочные значения коэффициента уловистости трала и данные уловов на траловых станциях, определяют плотность концентраций и биомассу по стандартной методике.

Для оценки плотности и биомассы концентраций по размерному или возрастному составу нужно знать дифференциальный коэффициент уловистости с учетом селективности трала.

В отличие от гидроакустических и траловых обследований промыслово-акустические съемки можно выполнять только в местах ра-

Результативность учетных съемок

Д-р техн. наук К. И. ЮДАНОВ - ВНИРО

боты добывающего флота. Прежде чем приступить к промыслово-акустической съемке в районе, строят планшет расположения добывающих судов по данным промысловых сводок. Планируют и выполняют несколько контрольных гидроакустических галсов, на которых измеряют коэффициенты уловистости и вертикального охвата скоплений. Коэффициент вертикального охвата характеризует распределение скоплений по глубине. Он определяется как отношение плотности в слое облова к общей плотности по всему вертикальному развитию скоплений. Зная эти коэффициенты и уловы добывающих судов из радиосводок, рассчитывают значения плотности концентраций в местах работы судов. Значения плотности наносят на планшет и оценивают биомассу так же, как при траловой съемке.

Для сравнения результативности траловых, гидроакустических и промыслово-акустических съемок необходимо знать их основные характеристики. С этой целью рассмотрим одну из главных характеристик – продолжительность разных типов съемок – на примере обследования пелагических скоплений (рис. 1). Предполагается, что скопления сравнительно равномерно распределены по площади.

Место траловых станций определено мето-

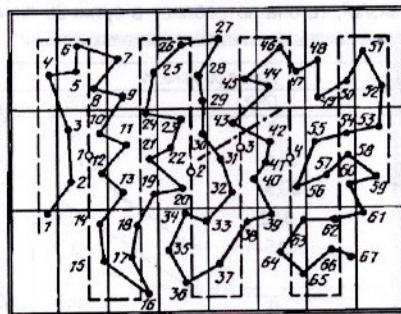


Рис. 1. Маршруты траловой (сплошная линия) и гидроакустической (пунктирная линия) съемок: •• – траловые станции; о – контрольные траления; - - - – контрольный галс промыслово-акустической съемки

дом случайных выборок. Время выполнения траловой съемки определяется продолжительностью работ на станциях и переходов между ними. Время проведения одной траловой станции ($t_{\text{ТР1}}$) равно 1,5 ч. Оно складывается из продолжительности разноглубинного траления (0,5 ч) и вспомогательных работ, связанных со спуском и подъемом трала (1ч). Продолжительность работ на всех станциях ($n = 67$) рассчитывается по формуле: $t_{\text{ТР}} = n t_{\text{ТР1}} = 100,5$ ч. Время, затра-

ченное на переходы между станциями, определяется протяженностью маршрута съемки ($l = 1400$ миль) и скоростью судна ($v_c = 10$ уз.). Оно равно $t_{\text{пер}} = l/v_c = 140$ ч. Продолжительность всей траловой съемки $t_{\text{ТС}} = t_{\text{ТР}} + t_{\text{пер}} = 240,5$ ч. При большой вертикальной протяженности скоплений, когда для охвата их толщи требуется выполнить два и больше траления на разных горизонтах, продолжительность съемки возрастает. Так, при двукратном увеличении количества тралений на каждой станции продолжительность съемки возрастает до 341 ч: ($t_{\text{ТС}} = 2 t_{\text{ТР}} + t_{\text{пер}}$).

Расстояние между галсами взято близким радиусу корреляции, который определен из автокорреляционной функции поля плотности концентрации $l_r = 30$ миль. Протяженность всех галсов съемки (l) 1380 миль. Скорость судна 10 уз. Продолжительность галсирования 138 ч ($t_{\text{пер}} = 1380/10$). Продолжительность выполнения одного контрольного траления ($t_{\text{ТР1}}$) равна 1,5 ч, всех четырех – 6 ч. Общая продолжительность гидроакустической съемки – 144 ч: ($t_{\text{ТС}} = t_{\text{пер}} + t_{\text{ТР}}$).

Для обеспечения промыслово-акустической съемки, как отмечалось выше, следует выполнить лишь контрольные галсы. При сравнительно равномерном распределении скоплений в районе достаточно одного контрольного галса (протяженность его 50 миль). При скорости судна 10 уз время выполнения контрольного галса, а значит, и всей съемки 5 ч.

Продолжительности промыслово-акустической, гидроакустической и траловой съемок соотносятся соответственно как 1 : 29 : 48.

Придонные и поверхностные скопления по различным причинам лишь частично регистрируются приборами, и оценить их можно только тралово-акустическим способом. Часть скоплений, удаленных от дна или поверхности, оценивается гидроакустической съемкой так же, как и пелагические концентрации. Придонные и приповерхностные участки, в которых рыба плохо или совсем не регистрируется приборами, обследуются контрольными тралениями. При обследовании донных и поверхностных скоплений с помощью тралений коэффициент уловистости тралов можно определить во вре-

мя суточных вертикальных миграций скоплений, когда рыба отрывается от дна или поверхности и регистрируется приборами. В результате при гидроакустических съемках приходится выполнять дополнительные контрольные траления, а при промыслово-акустической съемке – дополнительные контрольные галсы. Естественно, что выполнение дополнительных галсов занимает намного меньше времени, чем гидроакустическая и тем более траловая съемки.

Таким образом, во всех рассмотренных нами случаях меньше всего продолжительность промыслово-акустических съемок, значительно больше времени необходимо для проведения гидроакустических съемок, продолжительность траловых съемок максимальная.

Другой существенной характеристикой съемок является их трудоемкость, которую оценивают по степени занятости служб, обеспечивающих их выполнение. Известно, что съемки обеспечиваются специалистами по сбору и обработке данных, а также траловыми командами, выполняющими контрольные обловы или траловые станции.

В траловых съемках основное внимание уделяется траловым станциям. Траловые команды осуществляют регулярные обловы рыбы на станциях. Если съемка ведется круглосуточно, то посменно работают три промысловые вахты, а гидроакустики и биологи собирают и обрабатывают данные.

При гидроакустических съемках, как и при траловых обследованиях, кроме наблюдений за приборами специалисты обрабатывают полученные данные на ЭВМ, строят планшеты распределения скоплений, рассчитывают биомассу. Контрольные обловы осуществляют эпизодически.

Для обеспечения промыслово-акустических съемок проводят регулярный сбор и анализ промысловой информации, принимаемой по радио от добывающих судов. Гидроакустические наблюдения и обработку выполняют только на контрольных галсах. Траловые обловы осуществляют редко, только для проверки промысловых данных.

Промыслово-акустические съемки менее трудоемки, чем гидроакустические. Наиболее трудоемки траловые съемки, так как кроме гидроакустических и биологических вахт приходится выполнять регулярные траловые станции.

И еще одна важная характеристика съемок – точность оценки плотности концентраций, их численности и биомассы. Установлено, что при гидроакустических обследованиях скоплений, регистрируемых приборами, ошибка в определении средней плотности концентраций рыб может достигать $\pm 50\%$ (Калихман, 1982). При существующем уровне планирования и обработки данных съемок доверительный интервал оценки биомассы при степени надежности 95% может составлять $\pm 40\%$ и более среднего значения. При регулярном проведении гидроакустических съемок одними и теми же средствами в традиционном промысловом районе точ-

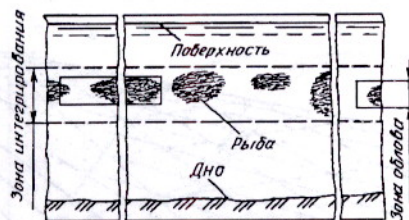


Рис. 2. Зоны распределения рыбы, интегрирования и траловых обловов на эхограмме

ность оценки биомассы значительно повышается (Наккен, Олсен, 1977).

Точность траловых съемок обычно ниже, чем при гидроакустическом обследовании. В большей степени она зависит от достоверности коэффициента уловистости трала. В расчетах плотности концентраций обычно используют ориентировочные величины коэффициента уловистости, которые могут сильно отличаться от фактических. Это сказывается на точности определения плотности, а значит, и биомассы скоплений. Кроме того, на точность результатов съемок влияют ограниченные возможности тралового обследования, так как не всегда охватываются все скопления по глубине, выполняются только дискретные измерения плотности концентраций на очень малых по сравнению с обследуемой акваторией протраленных площадках (рис. 2). Поэтому погрешности определения биомассы с помощью траловых съемок почти всегда значительно больше $\pm 50\%$ (Гросслайн, 1969).

Немного выше бывает точность промыслово-акустических съемок, так как в расчетах плотности концентраций используются измеряемые на контрольных галсах коэффициенты уловистости и коэффициенты вертикального распределения скоплений. Кроме того, при промыслово-акустических съемках плотность оценивают по уловам большого количества добывающих судов, расположение которых в какой-то степени повторяет распределение рыбы в районе (это повышает достоверность оценки биомассы), а не в случайно выбранных точках, как при траловых съемках.

На достоверность результатов съемок влияет поведение рыб. Так, заниженные значения плотности и биомассы получаются при гидроакустической оценке подвижных стай пелагических рыб: ставриды, скумбрии, сельди и других, которые сильно распугиваются шумами судна. При приближении судна часть стай расходится в стороны и плотность концентраций, регистрируемых эхолотом, уменьшается. Для получения достоверной оценки концентраций пугливых рыб рекомендуется применять сканирующие гидролокаторы, работающие в траверсном режиме обследования (Юданов, 1985).

Недооценка биомассы, связанная с поведением рыб, может быть также при траловых и промыслово-акустических съемках. Облавли-

ваемые стаи чутко реагируют на приближение трала и стремятся уйти от него. В таких случаях предполагаемая линейная зависимость между уловами и плотностью концентраций нарушается, так как коэффициент уловистости трала меняется в больших пределах. Получить более достоверную оценку биомассы стай, неравномерно распределенных в водном пространстве, можно при большом количестве измерений коэффициента уловистости и последующем его усреднении, что легко осуществить в процессе промыслово-акустических съемок.

На достоверность результатов съемок может существенно повлиять большая изменчивость распределения рыбы в пространстве и во времени. При проведении съемок перемещения мигрирующих скоплений рыб обычно не поддаются учету в процессе обработки данных, а это приводит к искажению планшета распределения рыбы и в результате – к большой ошибке в оценке биомассы. Чем продолжительнее съемка подвижных скоплений, тем большей может быть погрешность оценки. Поэтому максимальная погрешность определения биомассы наблюдается при продолжительных траловых съемках и минимальная – при промыслово-акустических съемках, выполнение которых занимает сравнительно мало времени. Для количественной оценки погрешностей требуются специальные экспериментальные исследования.

Таким образом, все типы учетных съемок могут быть результативными при обследовании пелагических малоподвижных скоплений, которые хорошо регистрируются приборами и облавливаются тралами. Результативность съемок резко падает при обследовании подвижных стай, совершающих большие миграции и чутко реагирующих на приближение судна или трала.

Продолжительность, трудоемкость и стоимость промыслово-акустических съемок ниже, а точность оценки численности и биомассы концентраций выше по сравнению с гидроакустическими и тралово-акустическими съемками. Их целесообразно выполнять, когда нельзя провести промыслово-акустические съемки, например при отсутствии добывающего флота на обследуемой акватории, при международных исследованиях и т. д. Траловые съемки, имеющие низкую точность и высокую стоимость, допустимы только в крайних случаях, например при обследовании в непромысловом районе донных или поверхностных концентраций, которые не регистрируются приборами.

Промыслово-акустическим съемкам нужно отдавать предпочтение всегда, если обследование ведется в районах работы промыслового флота. В настоящее время широкое внедрение промыслово-акустических съемок связано с решением ряда организационных вопросов, в первую очередь с созданием служб мониторинга на промысловых бассейнах (см. журнал "Рыбное хозяйство", 1991, № 6, с. 62 - 66).