

УДК 639.2.081.7

Г.Г. Котов, Т.Н. ЦветковаДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ОЦЕНКА РЫБНЫХ СКОПЛЕНИЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ***Повышение эффективности промысла рыбы и других объектов невозможно без их качественной и количественной оценок.***Ключевые слова:** сила цели, плотность биомассы, эхолот.**G.G. Kotov, T.N. Zvetkova****THE VALUATION ON OF FISH SCHOOLS BY HYDVOAUCUSTIC DEVICES***The effieiciency increasing of fishing and othev objects of fishing is impossible without their quality and guantity valuation.***Key words:** dencity, echo sounder biomass, sonar.

В настоящее время широко распространен косвенный метод оценки плотности биомассы, основанный на следующем представлении фундаментального уравнения эхоинтегрирования:

$$\rho_s = c_{an} c_p m, \quad (1)$$

где c_{an} – инструментальная постоянная аппаратуры; c_p – коэффициент, обратно пропорциональный силе цели объекта в действующем объеме; m – показания эхоинтегрирующей системы; ρ_s – плотность биомассы на единицу площади.

Такой подход имеет ряд преимуществ для поиска путей увеличения точности оценки плотности биомассы, выбора пределов допустимых погрешностей при определении величины каждого параметра, даёт возможность поэтапного развития методов и средств автоматизации эхосъёмки [1].

Другой способ косвенного определения силы цели основан на статистической модели распределения рыбы в зоне облучения эхолотом (ЭЛ), которая математически записывается в виде

$$P_I(I) = C \int_0^{T_{\max}} P_T(t) P_B(I, t) dt, \quad (2)$$

где $P_I(I)$ – функция плотности вероятности измеренных эхоинтенсивностей сигналов отдельных рыб; $P_T(t)$ – неизвестная функция вероятности силы цели рыб; $P_B(I, t)$ – расчётная функция плотности вероятности распределения интенсивности в зоне действия акустического луча при однородном распределении рыб; T_{\max} – максимальная ожидаемая сила цели; C – масштабирующая константа.

Техника решения этого уравнения состоит в разделении неизвестной функции на ряд интервалов, в пределах которых она раскладывается в полином не выше третьего порядка, что обеспечивает непрерывность аппроксимирующей функции и её производной. Коэффициенты полиномов определяются методом наименьших квадратов.

Для оценки плотности разреженных рыбных скоплений используются как специальные высокочастотные эхолоты с узкой диаграммой направленности с буксируемыми аку-

стическими системами и высокой разрешающей способностью, так и обычные промышленные эхолоты с относительно малой разрешающей способностью и сравнительно низкой рабочей частотой (28-30 кГц) [1]. Мощность в импульсе в этих эхолотах от 1 кВт на высоких частотах до 8 кВт на частотах ниже 30 кГц, а длительность импульсов от 0,1 до 2 мс. Во многих эхолотах усилители имеют ВАРУ с диапазоном регулировки 70 дБ. Устройство счета импульсов подключается к калиброванному выходу с постоянным коэффициентом усиления. Для работы в придонном слое используются схемы придонной блокировки с аналоговыми и цифровыми линиями задержки. Для большей точности и наглядности индикации используются крупномасштабные самописцы.

В качестве параметра для выделения эхо-сигналов от отдельных рыб используется длительность импульса [3, 5]. Для перехода от относительных величин к абсолютным, т. е. от числа эхо-сигналов от рыб к числу рыб, зарегистрированных в исследуемом слое за определенный промежуток времени, производится деление общего числа эхо-сигналов на среднее число эхо-сигналов от одной рыбы за время ее пребывания в зоне действия эхолота. Среднее число эхо-сигналов от одной рыбы зависит от скорости судна, режима работы эхолота, расстояния (глубины) до рыбы, вертикальной протяженности скопления, а также размера рыб. Эти зависимости определяются предварительно экспериментально, а затем используются оператором для перехода к абсолютным количественным данным.

Эхосчетные системы имеют ряд недостатков [2]:

- погрешность оценки числа рыб в скоплении растет при увеличении вертикальной протяженности скопления и перераспределении рыб в пределах зоны действия эхолота, когда увеличиваются вариации среднего числа эхо-сигналов от одной рыбы;

- существенная недооценка скоплений может произойти при изменении плотности скоплений, когда не все рыбы регистрируются эхолотом по отдельности, а возникают суммарные эхо-сигналы от стай, т. е. от нескольких рыб.

Поэтому использование счетных систем в большинстве случаев ограничивается определением числа рыб в небольшом слое по глубине (например, в зоне облова донного или пелагического тралов) и только при наличии скоплений небольшой плотности. Если же требуется с высокой точностью оценить скопления рыб, распределенных в пределах всей зоны действия эхолота, необходимо несколько таких устройств, одновременно работающих в разных слоях, или многоканальные счетные системы. Это усложняет эхометрические съемки скоплений рыб, распределенных по значительной глубине, например, ночных скоплений путассу, мойвы, хека, кильки и др.

Для оценки плотных рыбных скоплений с помощью эхолотов применяются эхо-интеграторы. Эхо-интегратор подключается к эхолоту. С выхода эхолота эхо-сигналы от скопления рыб поступают на линейный детектор и затем на схему электронного интегратора, через стробирующую схему (в соответствии с установленными оператором расстоянием до скопления и толщиной скопления). Эхо-сигналы поступают на вход интегратора дискретно, соответственно числу посылок эхолота в секунду. В интервалах между посылками напряжение на выходе интегратора является постоянным, а приращение его происходит только в период интегрирования.

Оценка плотности скоплений производится как в относительных величинах, так и в абсолютных (штуках на м³; штуках на милю²; центнерах или тоннах на милю² и т.д.). Для абсолютной оценки проводится калибровка эхо-интегратора одним из следующих способов:

- на разреженных скоплениях с одновременным использованием эхосчетных систем;
- на искусственной стае с известным числом рыб, помещенной в зону действия эхолота.

Для оценки рыбных скоплений большой вертикальной протяженности, а также для оценки скоплений, состоящих из различных видов рыб, неоднородно распределенных по глубине, используют несколько интеграторов или многоканальные интегрирующие системы.

Использование высокочастотных узконаправленных систем для непосредственного измерения плотности представляет наибольший интерес, так как этот процесс легко автоматизируется (применением эхосчетных систем) и не требует обязательной работы с бортовым устройством (фотокамера, трал, подводный аппарат и др.).

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующие основные требования к гидроакустической технике для оценки плотности и других характеристик рыбных скоплений различной концентрации с использованием существующих методов:

- для оценки плотности разреженных, смешанных и плотных рыбных скоплений требуется не менее двух эхолотов: низкочастотного с широкой диаграммой направленности и узконаправленного высокочастотного с высокой разрешающей способностью;

- в эхолотах с калиброванным выходом должно быть предусмотрено оперативное переключение мощности и длительности излучаемых сигналов, ширины диаграммы направленности, ВАРУ (по двум законам – 401 g r и 201g r) [6];

- должна быть обеспечена одновременная работа двух систем: узконаправленного эхолота с подключенным к нему счетчиком и низкочастотного эхолота с подключенным к нему интегратором.

В настоящее время широкое применение получили приставки с цветным изображением объектов промысла на дисплее, что позволяет оператору произвести более качественную оценку объекта.

Список литературы

1. Деев В.В., Забродин Ю.М., Пахомов А.П., Тенетко В.А., Титов М.С. Анализ информации оператором-гидроакустиком. – Л., 1990. – 192 с.
2. Долгих В.Н., Казанцев Г.И. Прикладная гидрофизика. – Владивосток, 2005. – Ч. 1. – 488 с.
3. Кудрявцев В.И. Промысловая гидроакустика и рыболокация. – М., 1998. – 287 с.
4. Букатый В.М. Промысловая гидроакустика и рыболокация. – М., 2003. – 494 с.
5. Справочник по гидроакустике. – Л., 1988. – 548 с.
6. Robert j.Urik Principles of underwater sound // McGraw-Hilf. – 1975. – 444 p.

Сведения об авторах: Котов Геннадий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент; Цветкова Татьяна Николаевна, доцент.