

УДК 68І.3 : 632.08І.7

О РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

В.А.Ермольчев, В.Д.Теслер

В последние годы разработка методов и аппаратуры для оценки численности рыб ведется дифференцированно для разреженных, плотных и смешанных рыбных скоплений. В данной работе рассматриваются основные черты каждой специализированной учетной системы и приводятся технические требования к разрабатываемой аппаратуре.

Оценка разреженных рыбных скоплений

Анализируя особенности систем оценки плотности разреженных скоплений, разрабатываемых в Англии, Канаде, Японии и СССР (Ермольчев, 1973; Carpenter, 1967; Dowd, 1967; Hearn, 1970; Kraig, 1969; Nishimura et al., 1970).

можно констатировать следующее.

В разработанных системах используются как специальные высокочастотные эхолоты с узкой диаграммой направленности, буксируемыми акустическими системами и высокой разрешающей способностью, так и обычные промышленные эхолоты с достаточно малой разрешающей способностью и сравнительно низкой рабочей частотой (28-38 кгц).

Мощность импульса в используемых эхолотах изменяется в достаточно широких пределах - от 1 квт на частотах 100 кгц и выше до 3 квт на частоте 36 кгц и даже до 8 квт на частоте 30 кгц (эхолот "Хамбер"). Длительность импульсов - от 0,1 до 2 мсек.

В качестве параметра для выделения эхо-сигналов от отдельных рыб используется длительность импульса. Для умень-

шения искажений длительности эхо-импульсов некоторые эхолоты усовершенствуются: рабочая частота генератора сдвигается относительно частоты вибратора, расширяется полоса приемного тракта, детектируются эхо-сигналы без последующей фильтрации.

Усилители эхолотов во многих случаях имеют ВАРУ с диапазоном регулировки до 70 дБ и каблированный выход с постоянным коэффициентом усиления для подключения устройств счета импульсов.

Для работы в придонном слое используются устройства привязки к дну с аналоговыми и цифровыми линиями задержки.

Для большей наглядности представления информации используются крупномасштабные самописцы.

Эхо-сигналы от отдельных рыб просчитываются с различными схемами коррекции вплоть до небольших вычислительных устройств. Временная полуавтоматическая коррекция, разработанная в ЦИПРО, действует синхронно в пяти каналах по глубине, что существенно расширяет диапазон работы счетчика отдельных рыб.

Оценка плотных рыбных скоплений

Для определения плотности стай и плотных скоплений используются различные эхолоты, в том числе низкочастотные с широкой диаграммой направленности с обязательным применением схемы ВАРУ по заданному закону ($20 \log R + 2 \alpha R$ для множественных целей).

В качестве параметра определения плотности используется либо интеграл от огибающей эхо-сигнала (или от квадрата огибающей), либо амплитуда эхо-сигнала (средняя или пиковая). Получаемая при этом оценка плотности скопления является относительной. Для перевода ее в абсолютную величину используют различные методы калибровки - интегрирование эхо-сигналов от отдельных рыб (Midttun, Nanken, 1968) сравнение с уловами, определение плотности высокочастотным эхолотом, счетчиком отдельных рыб и расчетным методом.

Для интегрирования эхо-сигналов и измерения их амплитуд разрабатываются различные конструкции эхо-интеграторов и других устройств и используются вычислительные устройства общего применения (Lahore, Lytle, 1969; Moose, Ehrenberg, 1971; Nishimura et al., 1970; Thorne, 1971).

Разработанный в ПИНРО прибор ИС-1 (Теслер, Бердичевский, 1970) для измерения средней амплитуды позволяет не только интегрировать эхо-сигналы от скоплений, но и определять их длительность и среднюю амплитуду, что значительно расширяет его возможности. При испытаниях прибора на скоплениях путассу (1971-1972 г.) проверена новая методика оценки плотных скоплений на основании статистической зависимости показаний ИС-1 от средней плотности скоплений (Бердичевский и др., 1973).

Оценка плотности смешанных рыбных скоплений

Под смешанными понимаются такие скопления, в которых эхолот регистрирует одновременно отдельных рыб, мелкие стаи и косяки.

Поскольку методика и аппаратура определения плотности разреженных и плотных скоплений различна, задача оценки плотности смешанных скоплений достаточно сложна. Необходимо не только иметь устройства для оценки плотности и разреженных плотных скоплений, но и обеспечить их синхронную работу.

В используемых системах применяются как низкочастотные, так и высокочастотные эхолоты ("Technical report...", 1969) с достаточно широким диапазоном изменения параметров (мощность, длительность импульса, ширина диаграммы направленности, закон изменения ВАРУ и др.).

Применение ЭЦВМ для обработки информации от эхолотов и других приборов позволяет существенно расширить возможности количественной оценки разреженных, плотных и смешанных скоплений.

Усилители эхолотов должны иметь низкий уровень собственных шумов, ВАРУ по двум законам (для множественных и одиночных целей), калиброванный выход (для подключения устройств обработки информации) с постоянным коэффициентом усиления, возможность ступенчатого изменения усиления записи сигналов на самописец, линейный и квадратичный детекторы.

Для количественной оценки скоплений в придонном слое предусматривается привязка к грунту с выделением донного сигнала и синхронизацией работы самописца и электронного от-метчика.

В комплекте аппаратуры должны быть цифровой индикатор глубины с возможностью вывода информации на внешние устрой-

ства индикации (перфоратор, цифропечать и т.д.) и приборы, необходимые для калибровки и проверки акустических и электрических параметров измерительного тракта гидроакустических приборов.

Наиболее полно всем этим требованиям отвечает разработанный норвежской фирмой "Симрад" комплекс исследовательских приборов ("The new R/V "G.O.Sars", 1970). Комплекс сконструирован таким образом, что в зависимости от назначения его приборы можно использовать отдельно или компоновать в стойках. Наиболее полный комплект этого оборудования установлен на норвежском исследовательском судне "Г.О.Сарс", где он работает совместно с ЭЦВМ.

Хотя испытания приборов ИС-1 и ИСПР в ПИПРО показали возможность работы с эхолотами "Омар", "Кальмар" и гидролокатором "Палтус-М", в основном серийно выпускаемые и вновь разрабатываемые отечественные рыбопоисковые приборы по многим техническим параметрам не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к приборам для оценки плотности скоплений.

Основной недостаток, затрудняющий использование отечественных рыбопоисковых приборов для оценки запасов, — отсутствие в приемном тракте специального усилителя и схемы привязки к дну.

Поскольку для обработки информации от гидроакустической аппаратуры нужны специальные устройства, целесообразно предусмотреть в комплекте этих устройств усилитель и устройство привязки к дну.

Основные технические требования к аппаратуре для оценки плотности скоплений

В соответствии с изложенными выше соображениями аппаратура для оценки плотности скоплений должна быть пригодна для совместной работы с существующей и разрабатываемой отечественной рыбопоисковой техникой, а также с исследовательским гидроакустическим комплексом фирмы "Симрад".

При разработке технических требований к аппаратуре принималась во внимание возможность ее использования в двух вариантах: с выдачей информации оператору для ручной обработки в процессе эхометрической съемки и для обработки в автоматизированной системе с ЭЦВМ.

Требования к гидроакустической технике

Для оценки плотности разреженных, смешанных и плотных скоплений требуется не менее двух эхолотов: низкочастотного с широкой диаграммой направленности и высокочастотного с высокой разрешающей способностью. Кроме того, для поиска косяков и скоплений необходим гидролокатор, а при облове и калибровке эхо-интегратора по контрольным трациям — и прибор контроля параметров орудий лова.

Для повышения разрешения в очень плотных скоплениях необходимо использовать узконаправленные акустические антенны. В этом случае предусматривается стабилизация диаграммы направленности или использование буксируемых антенн.

Эхолоты обязательно должны иметь оперативное переключение мощности, длительности импульса и полосы пропускания усилителя и желательно — два-три акустических преобразователя с различными диаграммами направленности.

Приемные тракты эхолотов должны иметь ВАРУ по двум законам (для одиночных и множественных целей), калиброванный выход с постоянным и стабильным коэффициентом усиления, возможность подключения внешней аппаратуры для обработки эхосигналов и устройство привязки к дну. Если этого нет, для использования отечественной гидроакустической техники при оценке плотности рыбных скоплений необходимо разработать специальный усилитель и устройство привязки к дну. На основании предварительно проведенного анализа существующих приемных трактов гидроакустических рыбопоисковых приборов (отечественных и зарубежных) в ПИПРО в 1972 г. сформулированы исходные технические требования на разработку такого усилителя и устройства привязки к дну.

Требования к аппаратуре обработки гидроакустических сигналов

Рассмотрение различных вариантов обработки информации с использованием высокочастотного (с высоким разрешением) и низкочастотного (с широкой диаграммой) эхолотов для оценки плотности разреженных, плотных и смешанных скоплений (отдельные рыбы и стаи) приводит к выводу о необходимости разработки аппаратуры, которая позволила бы определять следующие параметры эхо-сигналов от рыб и рыбных скоплений:

1) счет числа рыб за ряд посылок в разреженном скоплении с коррекцией по нескольким каналам и с учетом зоны действия эхолита (по типу измерителя средней плотности разреженного скопления, разработанного в ПИНРО);

2) интегрирование эхо-сигналов от отдельных рыб в разреженном скоплении за ряд посылок;

3) интегрирование по длительности эхо-сигналов от стай за ряд посылок с разделением стай и отдельных рыб;

4) счет числа стай за ряд посылок;

5) измерение средней амплитуды и средней интенсивности эхо-сигналов от отдельных рыб за ряд посылок;

6) измерение средней амплитуды и средней интенсивности эхо-сигналов от стай и плотных скоплений за посылку и за ряд посылок.

Информация должна выводиться как в аналоговой, так и в цифровой форме. В системе должна быть предусмотрена работа с устройством привязки к дну.

Основные технические параметры аппаратуры реализованы в разработанных ПИНРО измерителях средней амплитуды эхо-сигналов ИС-1 (опытные образцы) и средней плотности разреженных скоплений ИСПР (действующий макет), а также в макете аппаратуры для оценки плотности разреженных, смешанных и плотных скоплений, позволяющем получать перечисленные выше параметры эхо-сигналов.

Морские испытания и использование разрабатываемого макета во время эхометрических съемок подтвердили его эффективность.

Л и т е р а т у р а

Б е р д и ч е в с к и й З.М., Е р м о л ь ч е в В.А.,
Т е с л е р В.Д. Аппаратурный метод определения плотности
разреженных и плотных скоплений рыб. - "Рыбное хозяйство",
1973, №8, с.40-43.

Е р м о л ь ч е в В.А. Аппаратурный способ определения
средней плотности рыб в разреженных скоплениях. - "Рыбное
хозяйство", 1973, № 9, с.40-43.

- Т е с л е р В.Д., Б е р д и ч е в с к и й З.М. О разработке метода и прибора для определения средней амплитуды эхо-сигналов от рыбных скоплений. - "Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна", 1970, вып.ХVI, ч.П, М., с.220-227.
- С a r p e n t e r, B.R. - A digital echo-counting system for use in fisheries-research. The Radio and Electronic Engineer, May 1967, London, 289-294.
- Д о w d, R.G. An echo-counting system for demersal fish behaviour in relation to fishing techniques and tactics 1967, FB/67/F/7, 1-6.
- Н e a r n, R.I. A fish counting for use in commercial fishing. Technical conference on fish fishing, purse seining and aimed trawling F II:FF/10/54, 1-7.
- К r a i g, R.E. and F o r b e s S.T. A sonar for fish counting. Fisk Dir.Skr. (Havunders), 1969, 15, 210-219.
- Л a h o r e H.W., L y t l e D.W. An echo-integrator for fisheries research. Trend Eng.Univ.Wash., ", 21, No.4, 12-14.
- М i d t t u n L., N a k k e n O. Counting of fish with a echo-integrator. International Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1968, Gear and Behaviour C., B. 11, 1-8.
- М o o s e, P.H., E h r e n b e r g, J.E. An expression for the variance of abundance estimates using a fish echo-integrator. J.Fish.Res.Bd.Canada, v.28, N 9, 1971, 1293-1301.
- Н i s h i m u r a, M. A o y m a, T. S h i b a t a, T., S h i b a t a, K., G a m a n a k a, J. Development of echo-counting systems for estimating fish stocks in Japan. Technical conference on fish finding, purse seining and aimed trawling, Reykjavik, 1970, F II:EF/10/38, 1-11.
- Т e c h n i c a l report of the ICES. FAO Acoustic training course. Svolvær, Norway, 2-15 Mouch, 1969. FAO Fisheries Reports No. 10, FB m/R78.
- Т h e n e w R/V "G.O.Sars". Prospect Institute of Marine Research, Bergen, Norway, 1970.
- Т h o r n e, R.E. Investigations into the relation between integrated echo, voltage and fish density. J.Fish.Res. Bd.Canada, v.28, No.9, 1971, 1269-1273.

Elaboration of automated hydroacoustical complex
devices for assessment of abundance of commercial
species of fish

V.A.Ermolchev, V.D.Tesler

S u m m a r y

Workers of the Polar Research Institute of Marine Fisheries have elaborated several devices for the assessment of fish concentrations, such as echo-integrator, mean-density gauge for sparse schools and mean-density gauge for schools of various density and vertical extension. The devices are used in the echo-sounding surveys of various species of fish in the north area, Caspian Sea and Okhotsk Sea. The application of the devices automizes the process of assessing the density of fish schools and makes assessments precise.