

Техника для рыбохозяйственных исследований

УДК 681.883.4 (262.5)

Гидроакустические съёмки как средство мониторинга состояния запасов пелагических рыб на акваториях Черноморского бассейна*С.М. Гончаров*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)
E-mail: sgonch@vniro.ru

Гидроакустические съёмки, наряду с траловыми и мальковыми съёмками, является одним из стандартных методов оценки запасов морских биоресурсов в различных районах Мирового океана. После распада Советского Союза в российских водах Чёрного моря не было проведено ни одной гидроакустической съёмки. С учётом современного опыта и знаний, накопленных специалистами ФГУП «ВНИРО» на акваториях Средиземноморского бассейна, предлагается возобновить гидроакустический мониторинг запасов пелагических рыб на шельфовых зонах Черноморского бассейна с участием всех причерноморских стран для получения полной картины распределений рыбной биомассы, используя единые методические подходы и инструментальные средства.

Ключевые слова: гидроакустические съёмки, оценка морских биоресурсов, рыбный запас, распределение морской биомассы.

ВВЕДЕНИЕ. При напряженном состоянии биоресурсов и мощном воздействии многочисленных антропогенных факторов, которые наблюдаются почти повсеместно, для сохранения рыбных запасов необходима правильная их эксплуатация. Чтобы сохранить промысловый вид, нельзя допускать сокращения его запаса ниже критического уровня, который определяется отдельно для каждого вида.

Оценка и контроль биоресурсов обычно осуществляется с помощью траловых съёмок на исследовательских судах. К сожалению, траловые съёмки не всегда в состоянии обеспечить необходимую точность количественной оценки рыбных ресурсов и в конечном итоге — прогнозирования. Это объясняется следующими причинами. Известно, что результат количественной оценки рыб по данным траловой съёмки в значительной степени зависит от точности данных о селективности и уловистости орудия лова. Часто вариации этих параметров высоки и сильно

отличаются для разных видов рыб. При количественной оценке многовидовых скоплений, как правило, точных данных о коэффициенте уловистости и селективности орудий лова для всех облавливаемых видов недостаточно. Кроме того, результаты тралений в большой степени зависят от опыта и умения судоводителя и команды, при невысокой квалификации экипажа результаты количественной оценки будут занижены. При траловых съёмках невозможно исследовать всю толщу воды, и результаты вычислений основываются лишь на данных, полученных в слое облова. Ещё одним недостатком данного метода является то, что данные имеют прерывистый характер, поскольку расстояния между траловыми станциями значительно больше, нежели дистанции тралений. При высокой неоднородности распределения рыбных скоплений степень пространственной неопределённости может быть очень большой.

МЕТОДИКА. В настоящее время в мире для количественной оценки рыбных запасов широко используются гидроакустические съёмки. Существенным преимуществом таких съёмок, по сравнению с траловыми, является возможность исследований во всей толще воды, а не только в слое облова. Но для количественной оценки рыбной биомассы одних только гидроакустических наблюдений недостаточно, так как этот метод не всегда позволяет с высокой точностью распознавать рыб по видам и размерным группам, поэтому контрольные траления всё же необходимы. Именно по данным биологических анализов контрольных обловов производится пересчёт энергетических характеристик отражённых сигналов в значения поверхностной плотности. Но в этом случае количество контрольных тралений существенно меньше числа тралений при выполнении траловых съёмок.

С каждым годом расширяется диапазон использования гидроакустического метода количественной оценки, основанного на интегрировании гидроакустических сигналов вдоль линии следования судна при проведении гидроакустической съёмки. В настоящее время уже отработаны и стали стандартными методика и техника оценки плотности рыбных концентраций путём интегрирования эхосигналов от рыбных скоплений, их теоретическое обоснование и развитие представлено в работах [Thorne, 1971; Foote, 1981; Simmonds, MacLenanan, 2005]. Гидроакустический метод наряду с траловыми и личиночными съёмками стал сегодня одним из стандартных методов оценки запасов. Он регулярно применяется для оценки состояния запасов важнейших объектов мирового рыболовства. С этой целью в мире ежегодно выполняются сотни гидроакустических съёмок, число их объектов непрерывно увеличивается. Во многих районах выполняются совместные регулярные международные съёмки для контроля состояния объектов международного промысла, в том числе по инициативе международных организаций. Библиография гидроакустического метода насчитывает тысячи публикаций сотен авторов. Проводятся международные симпозиумы по применению гидроакустики в рыбохозяйственных науках. При ИКЕС постоянно работает рабочая группа по методическим

вопросам развития и применения гидроакустического метода количественной оценки биоресурсов.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Российская Федерация, обладая огромными морскими ресурсами, постоянно осуществляет мониторинг в своих прибрежных территориальных водах, в том числе следит за состоянием рыбных запасов. Особенно интенсивно такие исследования проводятся рыбохозяйственными бассейновыми институтами на севере и востоке России. Для контроля за состоянием промысловых видов рыб в этих регионах периодически проводятся и гидроакустические съёмки. Такое внимание к северным и дальневосточным морям объясняется огромными рыбными ресурсами, сосредоточенными на их акваториях. К сожалению, на российских акваториях Черноморско-Азовского бассейна гидроакустические съёмки не проводились на протяжении последних двух десятилетий. Последние данные о результатах гидроакустических измерений запасов пелагических рыб в Чёрном море, выполненных в СССР, относятся к 80-м гг. прошлого столетия. В работе А.Г. Артёмова [Артёмов, Чащин, 1982] представлены результаты гидроакустических съёмок хамсы, выполненных на НПС «Хронометр» в период с декабря 1980 г. по февраль 1981 г. Первая съёмка районов зимовки азовской хамсы у берегов Северного Кавказа была выполнена в начале декабря. Биомасса рыбы на участке от г. Геленджика до Сочи составила 218 тыс. т. В первой декаде января проводилась повторная съёмка. Запас был оценен в 211 тыс. т. Скопления черноморской хамсы в декабре состояли из крупных двух- и трёхлетних особей. Их биомасса в районе Гагры—Пицунда составила 95 тыс. т. Массовый подход сеголеток черноморской хамсы к берегу происходил в начале января и был оценен в 210 тыс. т. В работе сотрудника АзчерНИРО А.Г. Галузо [Галузо, Артёмов, 1985] представлены результаты гидроакустических съёмок черноморского шпрота, выполненных в октябре 1980 г. вдоль северо-восточного побережья Чёрного моря и в августе—сентябре 1981 г. в северо-западной и западной его частях. На востоке в октябре 1980 г. биомасса составила 26 тыс. т. В августе—сентябре 1981 г. на северо-западе биомасса составила: в районе о-ва Змеи-

ного — более 92 тыс. т, в районе о-ва Дранова — 175 тыс. т. Общая биомасса шпрота в северо-западной и западной частях Чёрного моря в 1981 г. составила 683 тыс. т. Результаты исследований по оптимизации сетки галсов и повышения достоверности результатов гидроакустических съёмок черноморского шпрота представлены в совместной работе [Галузо и др., 1982]. В августе 1988 г. в целях отработки методики оценки промысловой значимости скоплений черноморского шпрота на НПС СРТМК «Поисковик» в районе работы добывающего флота были проведены гидроакустические обследования рыбных концентраций [Бондаренко, Жигуненко, 1990].

В отличие от Российской Федерации, не проводившей гидроакустических съёмок после распада СССР, с начала 90-х гг. прошлого столетия Украина периодически проводила съёмки в своих и грузинских территориальных водах. В работе [Шляхов, Чащин, 2000] сотрудников ЮгНИРО (Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии, г. Керчь) представлены результаты гидроакустической съёмки, выполненной в промысловый сезон 1999 г. Запасы шпрота в водах Украины были оценены в 700 тыс. т. В этой же работе представлены результаты оценки биомассы черноморской хамсы. По данным работы СРТМК «Поисковик», отошедшего украинской стороне после распада СССР, 1999 г. отличался высокой урожайностью черноморской хамсы и благоприятными условиями для её нагула и роста молоди. По данным гидроакустической съёмки в водах Грузии общая величина запасов хамсы в зимний период 1999–2000 гг. была определена в 380 тыс. т, что соответствовало наиболее высокому значению за все три года с момента возобновления съёмок в этом регионе. В обзорной работе о состоянии рыбных ресурсов Украины в Чёрном море в 1992–2005 гг. [Shlykhov, Charova, 2006] представлены результаты гидроакустических съёмок шпрота в водах Украины в 1993, 1999 и 2002 гг.. Его запас за эти годы уменьшился с 780 до 700 тыс. т. По данным гидроакустических съёмок хамсы, выполненных ЮгНИРО в водах Грузии, её биомасса в 1998 г. составила 190 тыс. т, в 1999–2000 гг. — 380 тыс. т и в 2002 г. наблюда-

лось уменьшение биомассы до 250 тыс. т. В 2003 г. биомасса хамсы осталась неизменной — 250 тыс. т. После этого Украина не проводила гидроакустических съёмок в Черноморском бассейне.

Также известно, что и другими государствами черноморского региона — Румынией, Болгарией, Грузией — гидроакустический метод оценки рыбных биомасс до настоящего времени не использовался и гидроакустические съёмки не проводились. Только после вступления Румынии и Болгарии в Евросоюз появилась надежда на выделение средств этим странам для покупки соответствующей аппаратуры, подготовку специалистов и проведение гидроакустических съёмок.

ОБСУЖДЕНИЕ. Стоит отметить, что проведение гидроакустических съёмок в пределах территориальных вод отдельного причерноморского государства не позволит получить полную картину распределения рыбных биомасс на акватории Черноморского бассейна из-за ограниченности района исследований. Поэтому наличие необходимых инструментальных, программных средств и профессиональных кадров у отдельного государства не является достаточным фактором для проведения мониторинга всего Черноморского бассейна. Необходимо проводить такие работы совместно и скоординированно в рамках международного сотрудничества с другими странами этого бассейна. Для этого необходимо согласовывать сроки проведения съёмок, использовать однотипные аппаратные и программные средства и работать по единой методике. При отсутствии необходимой техники или соответствующих научных кадров у какой-то из стран-участниц таких совместных работ, другие участники могли бы оказать помощь в передаче опыта и подготовке кадров.

Примером подобной научной кооперации может служить опыт международного сотрудничества стран Средиземноморского бассейна. На протяжении многих лет Италия, Франция, Греция и Испания проводили гидроакустические съёмки в своих территориальных водах, используя различные аппаратные и программные средства. Позднее Тунис стал также ежегодно проводить гидроакустические съёмки на своей акватории. Когда по инициативе ФАО возник вопрос об обмене данными между стра-

нами для получения более полной картины распределения рыбных ресурсов в Средиземном море, возникли трудности в интерпретации данных и оценке их достоверности.

Для решения этой проблемы Евросоюз выделил финансовые средства в рамках международного проекта AcusMed для разработки единых методических подходов к проведению гидроакустических съёмок в Средиземном море, единых алгоритмов обработки и представления результатов съёмок, для приведения данных, собранных ранее участниками проекта к соответствию. Целью другого европейского проекта (MEDIAS) является проведение гидроакустических съёмок на различных акваториях Средиземного моря с целью количественной оценки и распределения биомасс мелких пелагических рыб по единой методике. Участниками проекта являются морские научно-исследовательские институты Италии, Греции, Франции, Испании, Хорватии и Словении. В течение многих лет ФАО финансирует международный проект MedSudMed с участием Италии, Туниса, Мальты и Ливии. Целью проекта является оценка и мониторинг рыбных ресурсов и экосистемы в Сицилийском канале. В рамках этого проекта было проведено несколько съёмок, в том числе и у берегов Мальты и Ливии, хотя эти государства не имеют ни аппаратуры, ни специалистов для такого рода работ. Гидроакустические съёмки вокруг о. Мальта и вдоль побережья Ливии были выполнены на итальянских НИС с участием специалистов ФГУП «ВНИРО», итальянского института прибрежной морской окружающей среды (IAMC-CNR) и ливийского биологического научного центра (MBRC).

Очевидно, что при организации международных работ по исследованию рыбных запасов Чёрного моря необходимо учесть опыт стран средиземноморского бассейна. На сегодняшний день сотрудники лаборатории методов и средств гидроакустических съёмок биоресурсов ФГУП «ВНИРО» имеют необходимые знания и опыт по количественной оценке морских гидробионтов. Более десяти лет не прекращалось их сотрудничество с IAMC-CNR по вопросам совершенствования и развития гидроакустического метода и количественной оценки и проведения гидроакустических съёмок

в территориальных водах Италии. За это время специалистами ФГУП «ВНИРО» было выполнено большое количество съёмок в Сицилийском канале и две съёмки вдоль западного побережья Италии в Тирренском море. Основной целью этих работ было определение биомасс сардины (*Sardina pilchardus*) и анчоуса (*Engraulis encrasicolus*), являющихся основными видами пелагических рыб в Сицилийском канале. Некоторые материалы этих исследований представлены в журнале *Chemistry and Ecology* [Patti et al., 2004]. Современные научно-исследовательские эхолоты серии ЕК-60 фирмы Kongsberg Simrad (Норвегия) и пост-процессинговые системы, например EchoView (SonarData, Ltd.), позволяют с высокой точностью проводить обработку записанных эхосигналов, выделять эхосигналы на фоне иных звукорассеивающих слоев. Именно эти технические средства были использованы нами для сбора и обработки данных. По результатам съёмок были построены карты распределений биомасс сардины и анчоуса и рассчитаны биомассы размерных групп с шагом 0,5 см.

Как и в Средиземном море, основными видами пелагических рыб в Черноморском бассейне являются два вида — шпрот и хамса, составляющие большую часть рыбной биомассы. Черноморский шпрот, как и средиземноморская сардина, относится к семейству Clupeidae. Что же касается хамсы, то её родство с европейским анчоусом ещё ближе: оба вида относятся к одному семейству Engraulidae и роду *Engraulis*. Характер береговой линии Российской Федерации и батиметрия шельфовой зоны напоминает южный берег о. Сицилия, где сотрудники лаборатории методов и средств гидроакустических съёмок биоресурсов ФГУП «ВНИРО» совместно с итальянскими коллегами проводят гидроакустические съёмки с 1998 г. Отметим, что методические вопросы проведения съёмок и алгоритмы обработки данных хорошо отработаны. Весь накопленный опыт может быть применён для проведения гидроакустических съёмок в Чёрном море, причём не только в российских территориальных водах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Для международного гидроакустического мониторинга состояния запасов пелагических рыб в Чёрном море всем стра-

нам-участницам необходимо использовать единые методические подходы и инструментальные средства. Например, необходимо согласовывать сетки галсов для гидроакустических съёмов, при их проведении использовать однотипную аппаратуру, а именно научные эхолоты серии ЕК или ЕУ фирмы Kongsberg Simrad (Норвегия) с одинаковым набором частот, желательнее проводить обработку эхосигналов по единой методике и с использованием одинаковых программных средств. Недопустимо использовать разные уравнения силы целей для одних и тех же видов рыб и т.д. Калибровку эхолотов необходимо проводить по единой методике. При проведении контрольных тралений следует использовать однотипные конструкции разноглубинных тралов с одинаковыми или близкими характеристиками уловистости и селективности. Только в этом случае результаты съёмов будут понятны и абсолютно прозрачны для всех участников работ.

По данным гидроакустических съёмов можно будет построить регулярные карты распределения рыбных биомасс на всей акватории Черноморского бассейна. Сопоставление результатов мониторинга водной среды с распределением рыбных концентраций позволит оценить степень влияния её параметров на численность рыбных ресурсов. Изучение влияния окружающей среды на временную динамику рыбной биомассы помогут в проведении рационального промысла и сохранении биоресурсов Чёрного моря. Разработка единых форматов сбора и хранения данных гидроакустических съёмов позволит в дальнейшем разработать международную ресурсную базу данных по Черноморскому бассейну.

ЛИТЕРАТУРА

- Артёмов А.Г., Чащин А.К. 1982. Оценка биомассы скоплений хамсы гидроакустическим методом // Рыбное хозяйство. № 12.— С. 45–47.
- Бондаренко В.М., Жигуненко А.В. 1990. Оценка промысловой значимости скоплений черноморского шпрота гидроакустическим методом. Совершенствование орудий промышленного рыболовства в связи с поведением гидробионтов // Сборник научных трудов ВНИРО.— М.— С. 191–194.
- Галузо А.Г., Чащин А.К., Артёмов А.Г. 1982. Математическая обработка результатов эхометрической съёмки скоплений черноморского шпрота // Рыбное хозяйство. № 5.— С. 59–61.
- Галузо А.Г., Артёмов А.Г. 1985. Оценка биомассы черноморского шпрота по данным гидроакустических съёмов. Информационное и математическое обеспечение исследований сырьевой базы // Сборник научных трудов ВНИРО.— С. 129–135.
- Шляхов В.А., Чащин А.К. 2000. О состоянии запасов основных промысловых рыб Азовского и Чёрного морей в 2000 г. и перспективах их промысла в 2002 г. // Труды Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. Т. 45.— С. 11–20.
- Foote K.G. 1981. Energy in acoustic echoes from fish aggregations // Fish. Res. N. 1.— P. 129–140.
- Patti B., Bonanno A., Basilone G., Goncharov S., Mazzola S., Buscaino G., Cuttitta A., Garcia Lafuente J., Garcia A., Palumbo V., Cosimi G. 2004. Interannual fluctuations in acoustic biomass estimates and in landings of small pelagic fish populations in relation to hydrology in the Strait of Sicily // Chem. Ecol. N. 20.— P. 365–375.
- Shlyakhov V., Charova I. 2006. Scientific data on the state of the fisheries resources of Ukraine in the Black Sea in 1992–2005 // 1st Bilateral Scientific Conference «Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond» 8–10 May 2006, Istanbul, Turkey.— P. 131–134.
- Simmonds J., MacLenanan D. 2005. Fisheries Acoustics // Theory and Practice. London, Blackwell.— 436 p.
- Thorne R.E. 1971. Investigations into the relation between integrated echo voltage and fish density // Fish. Res. Bd Can. N. 28.— P. 1269–1273.

Поступило в редакцию 26.03.12 г. Принято после рецензии 26.04.12 г.

Hydro-acoustic surveys as tool of monitoring of pelagic fish abundance in the Black Sea

S.M. Goncharov

Russian Federal Research Institute of Fisheries & Oceanography (VNIRO)

The hydro-acoustic surveys became today one of the main standard methods for estimation of fish abundance like trawl and larval surveys. After Soviet Union period any hydro-acoustic survey was not carried out in the Russian waters of the Black Sea. Taking into account experience and the current knowledge which the VNIRO scientists received by research activities on water areas of the Mediterranean sea, it is offered to renew hydro-acoustic monitoring of pelagic fish stocks on shelf zones of Black Sea with participation of all Black sea countries for estimation of distributions fish biomass within all Black Sea pool using identical methodical approaches and devices.

Key words: Hydro-acoustic surveys, estimation of marine bio-resources, fish abundance, fish biomass distribution.