

**А.Н. Долгов, С. М. Гончаров, В.И. Кудрявцев**

**О СОЗДАНИИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ**

*Обосновывается необходимость повышения масштабности мониторинга водных биоресурсов (ВБР). Рассматриваются пути создания автоматического регистратора гидроакустических данных (АРГД) для рыболовных судов на базе приемопередающего тракта рыбопоискового эхолота и внешнего накопителя данных. Обсуждаются технологии сбора, накопления и передачи гидроакустической информации в отраслевой центр мониторинга "БИОРЕСУРС".*

*Система мониторинга; водные биоресурсы; гидроакустика.*

**A.N. Dolgov, S. M. Goncharov, V. I. Kudryavshev**

**ABOUT HYDROACOUSTIC DEVICES MAKING FOR WAVE  
BIORESOURCES AUTOMATIC MONITORING**

*In the paper, reasoning for large-scale monitoring of aquatic bioresources is advanced. To solve the problem, ways of the development of an automatic recorder of hydroacoustic data based on the fish-finding echosounder sub-system and the external data storage are considered. This device may be used aboard fishing vessels. The authors also discuss techniques of acquisition and transfer of hydroacoustic data to a newly established monitoring centre "BIORESOURCE".*

Концепция развития рыбного хозяйства России до 2020 г. предполагает усиление государственного регулирования и контроля за использованием водных биологических ресурсов страны. Она предусматривает сокращение квот, выделяемых для проведения контрольных ловов водных биоресурсов в промысловых районах, что заставляет научно-исследовательские организации отрасли искать альтернативные источники оперативной информации о состоянии рыбных запасов. В этих условиях особую актуальность приобретают современные и перспективные методы дистанционного контроля среды и автоматизированные технологии обработки данных, получаемых на основании этих методов.

Наиболее распространенным в мире методом дистанционного контроля является гидроакустический метод, основанный на ультразвуковом зондировании водной среды. Этот метод широко используется отечественными и зарубежными исследователями биоресурсов с помощью специализированной научной гидроакустической аппаратуры. Однако из-за высоких материальных затрат не представляется возможным проведение масштабных исследований на научно-исследовательских судах (НИС) в течение всего года. Такие работы проводятся с существенными временными промежутками, что естественно сказывается, например, на оценке сезонной изменчивости запасов промысловых объектов. Эффективность таких исследований можно было бы значительно повысить, если бы удалось централизованно получать дополнительную гидроакустическую информацию с промысловых судов, поскольку их количество значительно превосходит численность научно-исследовательского флота. Особенно важно то, что данные с промысловых судов позволяют получить практически единовременную пространственно-временную картину распределения биоресурсов, т.к. данные с промысловых судов накапливаются непрерывно в течение всего года. Себестоимость этих дан-

ных может быть существенно (на несколько порядков) ниже данных, собранных в процессе комплексных исследований на специализированных НИС. Многие страны проявляют интерес к этому вопросу, о чем свидетельствует отчет рабочей группы ICES SGAFV, опубликованный в марте 2006 года [1] и посвященный проблеме сбора гидроакустической информации с помощью промысловых судов.

Сбор гидроакустических данных с промысловых судов позволит решить, прежде всего, две важнейшие задачи: проводить первичную оценку промысловой обстановки в районе промысла и получать дополнительную информацию для контроля за местоположением промысловых судов. Координаты о местоположении рыболовных судов, получаемые береговыми центрами через технические средства контроля (ТСК), могут быть автоматически дополнены текущими данными о глубине под судном. Кроме этого, учитывая предполагаемый непрерывный режим записи гидроакустических сигналов, по результатам обработки записанных эхограмм (в постпроцессинговом режиме) можно судить о режимах работы судна: судно на переходе; судно в процессе траления; судно в дрейфе. Такая информация позволит в центрах связи и мониторинга косвенно контролировать производственную деятельность рыболовных судов и поможет выявить недостоверные данные, отправляемые в суточных судовых донесениях.

Российскими рыбохозяйственными НИИ также проводились работы по оценке возможностей использования гидроакустической информации промысловой рыбопоисковой аппаратуры для оценки состояния запасов рыб. В АтлантНИРО и МариНПО была разработана аппаратура автоматического определения горизонтальных и вертикальных протяженностей сечений косяков и стай рыб, а также их количества (при подключении её к промысловой рыбопоисковой технике) для оценки биоресурсов по методике расчёта плотности заселения, разработанной Ю.В. Кадильниковым [2]. Эта методика была проверена при ручной обработке эхограмм самопишущего регистратора рыбопоисковой аппаратуры (РПА) «Крупп-Атлас», собранных в рейсах АтлантНИРО. Результаты были положительные, однако в силу известных финансовых обстоятельств 90-х годов дальнейшего развития данные работы не получили. В СевНИИРХе была разработана аппаратура «АСКОР» [3], обеспечивающая автоматическое накопление и хранение акустических данных промыслово-рыбопоисковой аппаратуры вертикальной локации. Она успешно используется в ряде внутренних водоёмов. Однако это все частные технические решения, реализованные к конкретным видам рыбопоисковой аппаратуры.

Не все промысловые суда в одинаковой степени укомплектованы гидроакустической аппаратурой, а качество и объем получаемой информации с промысловых судов зависит от приборной оснащённости судна. Решение данной проблемы путём создания универсального устройства, которое должно подключаться к любой уже установленной на промысловых судах рыбопоисковой аппаратуре, ограничивается серьезными техническими причинами и организационными вопросами эксплуатации РПА. Для того чтобы гидроакустическая информация была однотипной и качественной, независимо от типа судна и его оснащения, целесообразно укомплектовать промысловые суда однотипным гидроакустическим устройством. Для решения задачи контроля за местоположением судна данное устройство должно быть надежно защищено от вмешательства в его работу судоводителя или иного члена команды судна. Оно должно быть максимально автоматизировано и накапливать гидроакустическую информацию без участия человека. Такое гидроакустическое устройство будет являться одним из главных составных элементов

отраслевой автоматизированной системы «Биоресурс», предназначенной для повышения достоверности распределения биоресурсов по промысловым районам.

Устройством, предназначенным для решения вышеназванных задач и удовлетворяющим вышеназванным требованиям, мог бы стать автоматический регистратор гидроакустических данных (АРГД), состоящий из генератора зондирующих импульсов, приемника-усилителя эхосигналов, блока аналого-цифрового преобразования эхосигналов, акустической антенны, процессора, модуля памяти для хранения записанных гидроакустических сигналов. Для передачи данных в центр связи и мониторинга о глубине под судном необходимо АРГД подключить к ТКС. В этом случае специалисты региональных центров связи и мониторинга смогут легко выявлять ложную информацию о координатах судов по несоответствию местоположений рыболовных судов и глубине места.

На рисунке представлен проект структурной схемы отраслевой автоматизированной системы «Биоресурс» с АРГД. Как видно из схемы, АРГД в отличие от судовой рыбопоисковой аппаратуры, работает автономно (при включении на судне бортового электропитания). Если РПА работает под управлением оператора, то вмешательство судового персонала в работу АРГД полностью исключено. Для «привязки» гидроакустических данных к местоположению судна в АРГД предусмотрен ввод данных от спутниковой навигационной системы (GPS/GLONASS). После преобразования отраженного гидроакустического сигнала из аналогового вида в цифровой и выделения донной составляющей с целью определения глубины производится его запись в модуль памяти. Гидроакустические сигналы в АРГД записываются в необработанном («сыром») виде. Данные о глубине и местоположении судна (кроме их накопления в АРГД) пересылаются по спутниковому каналу связи через ТСК в ФГУ «Центр мониторинга, рыболовства и связи». Запись гидроакустических сигналов должна проводиться с момента выхода рыболовного судна из порта и до его возвращения в порт. По прибытии судна в порт представителями соответствующей отраслевой службой (это может быть региональный информационный центр (РИЦ)) необходимо провести изъятие записанных данных и их передачу в информационный центр системы мониторинга «Биоресурс» для обработки собранных данных и построения карт распределений рыбных концентраций в промрайонах с использованием геоинформационной системы (ГИС), например ГИС «Карт Мастер», разработанной в ФГУП ВНИРО. Следует отметить, что построение карт распределений рыбных концентраций можно проводить по информации как одного из судов, так и по всем судам, оснащенным АРГД, работающим в одном районе. Чем больше судов будут оснащены АРГД, тем распределение рыбных запасов будет достовернее. В рамках частно-государственного партнерства, судовладельцам предполагается бесплатная поставка электронных карт распределения рыбных запасов (в т.ч. по видам рыб) по информации, полученной от их судов. На коммерческой основе судовладельцам возможна поставка карт распределения по информации, полученной от всех судов, оснащенных АРГД.

АРГД при установке на судне должен быть предварительно откалиброван, и все калибровочные данные должны быть внесены в его оперативную память. В дальнейшем периодическую калибровку предлагается проводить в автоматическом режиме – режиме автокалибровки (на предварительно подготовленном в порту полигоне) с участием представителя РИЦ, который будет осуществлять запуск АРГД при отходе судна в промысловый рейс.

Наряду с записанными гидроакустическими данными в центр обработки ГА-информации с каждого промыслового судна должна поступать информация о его

производственной деятельности (полные данные о всех тралениях и других промысловых операциях). Эта информация может быть получена из суточных судовых донесений. При наличии таких данных можно будет строить карты распределений рыбной биомассы не только в относительных, но и в абсолютных единицах. АРГД также должен устанавливаться и на НИС, неоснащенных специальной научной гидроакустической аппаратурой. В этом случае данные с промысловых судов могут быть дополнены данными таких НИС.

Очевидно, что реализация такой крупномасштабной работы возможна лишь при подготовке соответствующего постановления Правительства, разработке и серийном производстве АРГД, создании необходимых вычислительных центров сбора и обработки гидроакустической информации. Какие-либо принципиальные технические сложности в разработке предлагаемого АРГД отсутствуют. При этом следует учесть необходимость разработки программного обеспечения для пост-процессинговой обработки гидроакустических данных для их наложения на электронные карты (построение карт распределений). Кроме этого, необходимы некоторые доработки методик проведения акустических съемок, связанные с процедурами обработки акустических данных, получаемых с  $n$ -го количества промысловых судов, работающих в определенные периоды времени в назначенных промысловых районах, но, естественно, без какой-либо заранее заданной сетки галсов, обычно предусматриваемой при гидроакустических съемках, проводимых НИС.

Предлагаемый путь повышения качества и достоверности оценки запасов водных биоресурсов с помощью АРГД следует оценить также с экономической точки зрения. За сравнительный вариант можно принять затраты на строительство новых дополнительных НИС и их соответствующие эксплуатационные затраты в НИИ рыбного хозяйства. Но это отдельная тема для обсуждения данной научно-технической проблемы, в том числе с участием оппонентов.



Рис. 1. Проект структурной схемы отраслевой автоматизированной системы «Биоресурс» с АРГД

При оперативном решении этих вопросов Россия может получить шанс первыми в мире решить задачу масштабного мониторинга водных биоресурсов. Внедрение предлагаемой системы АРГД несомненно позволит поставить мониторинг состояния запасов водных биоресурсов на совершенно новый качественный уровень.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Report of the Study Group on Collection of Acoustic Data from Fishing Vessels, ICES CM 2006/FTC: 02, March 2006, 14 pp.
2. *Кадильников Ю.В.* Вероятностно-статистическая теория рыболовных систем и технической доступности для них водных биологических ресурсов. – Калининград: АтлантНИРО, 2001.
3. *Дегтев А.И., Ивантер Д.Е.* Автоматизированная система количественной оценки рыбных запасов гидроакустическим методом // Рыбное хозяйство, 2002. №4.

**Долгов Александр Николаевич**

Конструкторское бюро морской электроники «Вектор»

E-mail: [dolgov@vector.ttn.ru](mailto:dolgov@vector.ttn.ru)

347913, Ростовская обл., г. Таганрог, Россия, ул. Менделеева, 6

Тел.: (8634)333-900

**Гончаров Сергей Михайлович**

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

E-mail: [sgonch@vniro.ru](mailto:sgonch@vniro.ru)

107440, Россия, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17, тел.: (495) 264-93-29

**Кудрявцев Валерий Иванович**

E-mail: [vkudry@vniro.ru](mailto:vkudry@vniro.ru)

**Dolgov Aleksander Nikolaevich**

Vector Marine Electronics

E-mail: [dolgov@vector.ttn.ru](mailto:dolgov@vector.ttn.ru)

6, Mendeleeva Str., Taganrog, 347913, Russia, Ph.: (8634)333-900

**Goncharov Sergei Vichailovich**

Russian Federal Research Institute of Fisheries & Okeanography

E-mail: [sgonch@vniro.ru](mailto:sgonch@vniro.ru)

17, V.Krasnoselskaya, Moscow, 107440, Russia, Ph.:(495)264-93-29

**Kudrjajtsev Valery Ivanovich**

E-mail: [vkudry@vniro.ru](mailto:vkudry@vniro.ru)

УДК 551.463.22

**В.И. Бабий**

#### ДИФРАКЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ СКОРОСТИ ЗВУКА В ЖИДКОСТЯХ

*Рассмотрены абсолютная и относительная дифракционные погрешности измерителей скорости звука в жидкостях. Показано, что в режиме постоянной длины звуковой волны могут быть введены дифракционные поправки во всем диа-*