

Одним из высших приоритетов морской доктрины России является создание интегрированных информационных систем, имеющих межведомственную совместимость, высокую мобильность развертывания и транспортабельность.

Информационные системы на базе глубоководных донных автономных станций способны обеспечивать длительное наблюдение (измерение) характеристик гидрофизических полей в любых районах Мирового океана.

Функциональная связь автономных станций обеспечивается подсистемами гидроакустической связи и телеуправления, измерения взаимной дистанции, единого точного времени.

Первые опытные образцы функционально связанных глубоководных донных акустических станций были созданы в СКБ САМИ в 1986–1990 годах [1].

На рис.1 группа глубоководных станций на борту научно-исследовательского судна «Вулканолог» перед постановкой в Охотском море и комплект судовой аппаратуры (справа), обеспечивающий проверку функциональных блоков станций непосредственно перед автономной работой, синхронизацию системы еди-

УДК 534.6: 59.39.33

## ГЛУБОКОВОДНЫЕ ДОННЫЕ АВТОНОМНЫЕ СТАНЦИИ В РАДИОГИДРОФИЗИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ МОНИТОРИНГА АКВАТОРИЙ

А.Е.Малашенко, В.В. Перунов

СКБ САМИ ДВО РАН<sup>1</sup>

Рассматриваются вопросы создания оперативно разворачиваемых измерительных комплексов на базе автономных функционально-связанных глубоководных донных гидроакустических станций.

ного времени группы станций, а также телеуправление по гидроакустическому каналу связи отдельно каждой станцией в группе. Одна из станций в комплекте оснащена сменными датчиками и модулем регистрации для измерения гидрофизических параметров в процессе погружения и после установки на дно на глубинах до 5000 м (гидростатическое давление, температура, скорость звука, модуль скорости течения).

Основные технические характеристики гидроакустиче-

ского комплекса приведены в табл. 1.

Станции этой серии применялись как рабочее измерительное средство при проведении экспериментальных работ в различных районах Мирового океана.

Автономные глубоководные гидроакустические комплексы, разработанные в 1998 – 2002 годах, представляют собой масштабируемую систему функционально связанных автономных станций, оснащенных многоканальными цифровыми преобразователями гидрофизической информации, модулями на цифровых сигнальных процессорах для первичной обработки и регистрации измерительной информации в виде формуляров. Формулярные сообщения имеют незначительный объем, позволяющий обеспечить периодическую передачу информации с поверхности моря через всплывающий радиобуй по космическому или УКВ-каналу радиосвязи на береговые или

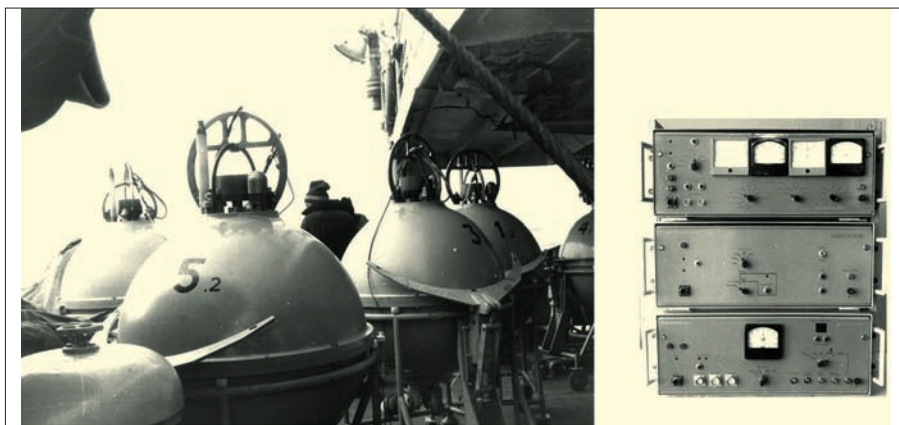


Рис. 1. Аппаратура глубоководных станций

<sup>1</sup> 693023, Южно-Сахалинск, ул. Горького, 25, тел./факс: (4242) 554966, e-mail: skb@skbsami.ru

Таблица 1. Технические характеристики гидроакустического комплекса

Параметр	Значение
1. Рабочая максимальная глубина, м	5000
2. Наружный диаметр прочного сферического корпуса, мм	925
3. Полезная нагрузка, кг	80,0
4. Максимальная автономность, суток	10,0
5. Предельная дальность гидроакустического канала телеуправления, км	10,0
6. Количество функционально связанных станций в одной группе	5
7. Относительная погрешность системы единого времени группы станций	$10^{-8}$
8. Погрешность определения взаимных координат установленных на дно станций на максимальной дальности 5 км, м	$\pm 6,0$
9. Погрешность информационного канала измерения звукового давления, дБ	4,0
10. Динамический диапазон информационного канала, дБ	70,0
11. Количество приемных информационных каналов	4
12. Частотный диапазон канала измерения звукового давления с неравномерностью 3 дБ, Гц	1,0 – 1500,0
13. Погрешность измерения скорости звука, м/с	1,5
14. Погрешность измерения температуры, °С	0,2
15. Погрешность измерения гидростатического давления, % от шкалы измерения	0,5

корабельные информационные центры. В СКБ САМИ разработана серия станций с большой длительностью автономной работы и возможностью расширения количества используемых в эксперименте станций до 15. В станциях применены технологии цифровой обработки и регистрации гидроакустических сигналов. Информационно ем-

кие гидроакустические каналы телеуправления и передачи информации с совместным применением системы измерения дальности до установленной станции и навигационной системы ГЛОНАСС - GPS [2] позволяют одновременно (в зоне акустической видимости) позиционировать установленные на дне станции.

Для проведения гидроакустических измерений в контролируемых условиях создан комплекс автономных донных станций серии «Мастеровой», предназначенный для организации быстро разворачиваемого гидроакустического полигона [3]. Каждая станция оснащена линейной вертикальной приемной антенной из 10 цифровых гидрофонов; гидроакустической системой измерения взаимной дистанции, системой гидроакустической телеметрии, системой регистрации измерительной и служебной информации, опорным генератором системы единого времени, системой обнаружения станции на поверхности моря. По заданной программе станция может находиться в режиме ожидания (с минимальным электропотреблением), рабочем режиме измерения акустических полей, режиме хранения информации. Устройства обнаружения станции на поверхности моря выполнены в автономном варианте и включаются по датчику гидростатического давления при всплытии на поверхности моря.

На рис.2 показан комплект из 3 станций, подготовленный

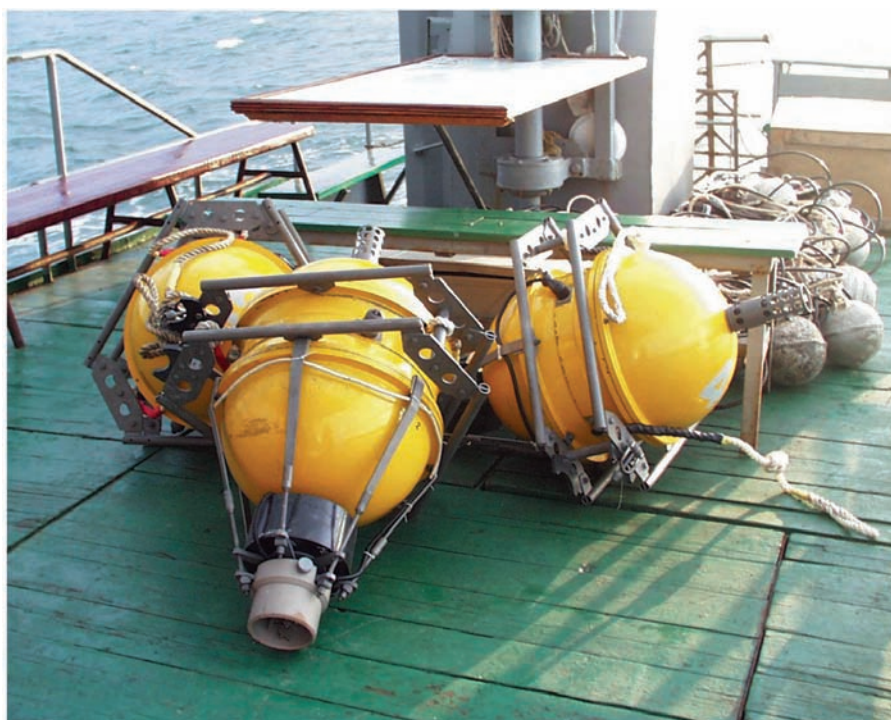


Рис. 2. Комплект автономных донных станций серии «Мастеровой»

**Таблица 2. Основные характеристики автономных гидроакустических станций серии «Мастеровой»**

Параметр	Значение
1. Рабочая максимальная глубина, м	3000
2. Автономное время работы, суток	4,0
3. Количество станций в комплекте, не более	15
4. Погрешность измерения акустического давления, дБ	4,0
5. Рабочий диапазон частот, Гц	1,0 – 300,0
6. Погрешность системы измерения взаимной дистанции, м	6,0
7. Дальность действия системы измерения взаимной дистанции, м	5000,0
8. Погрешность системы единого времени	$10^{-10}$
9. Количество приемных каналов на каждой станции, не более	10
10. Погрешность определения глубины установки станции, %	0,1

к постановке в Японском море. Основные характеристики автономных гидроакустических станций серии «Мастеровой» приведены в табл. 2.

Важнейшим элементом автономной глубоководной станции является подсистема гидроакустической связи и телеметрии (рис.3). Основные функции канала телеметрии:

- передача на борт обеспечивающего корабля информации о техническом состоянии блоков и систем станции в процессе погружения, установки на дно и при всплытии;
- измерение наклонной дальности от корабля до станции;
- изменение режимов работы станции в процессе ее автономной работы;
- экстренное включение устройств станции на всплытие (например: устройство отделения балласта, пирорезак).

Надежность и помехоустойчивость канала гидроакустической связи и телеметрии определяют надежность работы всего комплекса автономных станций. Основные характеристики гидроакустического канала передачи телеметрической информации автономных гидроакустических станций

серии «Мастеровой» представлены в табл. 3.

Применение российской системы «Гонец» на базе низколетящих спутников связи позволяет реализовать в автономных станциях всплывающий модуль передачи формулярных сообщений с поверхности моря в любой точке Мирового океана на береговые или корабельные приемные центры [4].

Внешний вид автономного модуля передачи информа-

ции с поверхности моря и его основные характеристики приведены на рис. 4 и в табл. 4.

В зависимости от набора первичных преобразователей глубоководные донные автономные станции могут быть предназначены для гидроакустического, сейсмического, экологического мониторинга [5] и объединены в функционально ориентированные системы (ФОС) с основными характеристиками, представленными в табл. 5.

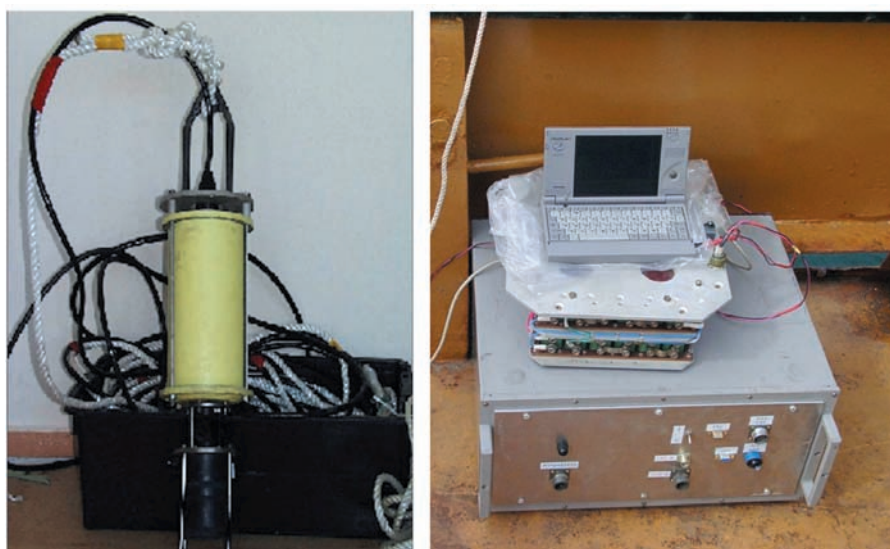


Рис. 3. Модуль корабельного комплекса системы гидроакустической связи. Слева- выносной гидроакустический модуль. Справа- управляющая ЭВМ и блок сопряжения с выносным гидроакустическим модулем

**Таблица 3. Основные характеристики гидроакустического канала передачи телеметрической информации автономных гидроакустических станций серии «Мастеровой»**

Основные технические характеристики гидроакустического канала телеметрии	
1. Рабочая частота	30 кГц
2. Рабочая полоса частот	1 кГц
3. Метод модуляции	Относительная фазовая модуляция (ОФМ) со скоростью 200 Бод.
4. Количество гидроакустических донных автономных станций, входящих в состав одного комплекта	до 15
5. Разделение сигналов между автономными донными станциями	кодировое
6. Количество команд управления, передаваемых на каждую из станций	до 31
7. Разрядность команды управления	16 бит
8. Вероятность ложного приема команды управления на донную станцию при отсутствии ее передачи или при передаче команды на другие станции	не хуже $10^{-8}$
9. Количество квитанций, передаваемых из ГДАС на судно о приеме на донной станции команд управления	до 31
10. Метод определения наклонной дальности до донной станции	путем измерения длительности промежутка времени между передачей команды управления с судна и получением квитанции от станции о приеме команды управления
11. Информация, предоставляемая оператору корабельного модуля гидроакустической связи	<ul style="list-style-type: none"> <li>- номер вызываемой донной станции;</li> <li>- номер передаваемой команды управления;</li> <li>- номер принятой и исполненной команды;</li> <li>- наклонная дальность до донной станции</li> </ul>



**Рис. 4**  
Модуль спутниковой связи в прочном глубоководном корпусе

**Таблица 4**

Параметр	Значение
1. Максимальная рабочая глубина, м	3000,0
2. Автономность	12 мес.
3. Положительная плавучесть, кг	10,0
4. Вес на воздухе, кг	50,0
5. Тип системы спутниковой связи	«Гонец-Д1»

**Таблица 5. Основные характеристики ФОС**

Основные показатели (ФОС)	Параметры
1. Масштабность	От малоразмерной (объектовой) до региональной с возможностью наращивания до федерального уровня. Возможность развертывания ФОС в любом районе Мирового океана
2. Масштабируемость	Возможность масштабирования ФОС в зависимости от решаемых задач может составлять от единиц кв.км (2-3 станции) и до сотен тысяч кв.км.
3. Региональность (по глубине моря)	Без ограничения. Максимальная глубина места-5000,0 м. Возможность подледной работы
4. Временной режим работы	Непрерывно, по программе, с внешним управлением по каналам связи
5. Периодичность обновления данных. Оперативность	Реальный масштаб времени (РМВ). Периодически по заданной программе. По заданным информационным признакам
6. Время развертывания	Часы- авиационными носителями (постановка с вертолета) Сутки- морскими судами
7. Массо-габаритные характеристики	От 50 до 250 кг в зависимости от рабочей глубины и времени автономной работы
8. Энергетика	От 50 до 100 кВт*час.
9. Энергетические дальности системы передачи данных по радиоканалу	В диапазоне УКВ - 50 км В диапазоне КВ - 600 км Космическая связь на низколетящих спутниках -2000 км в зоне прямой радиовидимости в реальном времени и без ограничений - в режиме переноса информационных сообщений с задержкой по времени

## ЛИТЕРАТУРА

1. Криволапов Г.И., Криволапов Т.Г., Малашенко А.Е. Способ определения дистанции в гидроакустической сети: Пат. 2248586 Российская Федерация, МПК G01S 15/80. №2003119994/09; заявл. 01.07.2003; опубл. 20.03.2005, Бюл. № 8.

2. Перунов В.В., Малашенко А.Е., Филимонов В.И., Рожков В.С. Автономная донная сейсмическая станция: Пат. 49286 Российская Федерация, МПК G01V 1/38. №20035111413/22; заявл. 18.04.2005; опубл. 10.11.2005, Бюл. № 31.

3. Малашенко А.Е., Филимонов В.И., Перунов В.В., Рожков В.С. Многофункциональная гидрофизическая автономная станция: Пат. 50299 Российская Федерация, МПК G01F 1/100. №200119704/22; заявл. 24.06.2005; опубл. 27.12.2005, Бюл. № 36.

4. Малашенко А.Е., Филимонов В.И., Перунов В.В., Рожков В.С. Автономная позиционная гидрофизическая станция: Пат. 61430 Российская федерация, МПК G01N 33/00. № 2005138528/22; заявл.09.12.2005; опубл. 27.02.2007, Бюл. № 6.

5. Малашенко А.Е., Малашенко А.А., Деревнин В.А., Леоненков Р.В., Сохатюк М.Ю. Аппаратура передачи данных гидрофизической информации с помощью системы спутниковой связи: Пат. 75117 Российская Федерация, МПК H04B 1/00. № 2007109628/22; заявл. 15.03.2007; опубл. 20.07.2008, Бюл. № 20.

УДК 574.58 - 574.5.08

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ ЖИВОТНЫХ ПО ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯМ С ПОДВОДНОГО АППАРАТА

В.И. Дулепов, Н.Н. Лелюх,  
О.А. Кочеткова, А.Н. Кравченко

Институт проблем морских  
технологий ДВО РАН, Владивосток<sup>1</sup>

Обсуждаются вопросы мониторинга донных экологических систем с использованием подводных аппаратов. На примере конкретных исследований предлагаются методы сбора, обработки и анализа информации. Разработана информационная система для первичной обработки фотоизображений, формирования базы данных, статистической обработки и представления полученной информации.

### ■ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время экологическим исследованиям морских экосистем уделяется большое внимание. Они, как правило, связаны с мониторингом экологического состояния экосистем и установлением биологических закономерностей их функционирования, а также с исследованием антропогенного влияния на эти процессы. При исследовании экосистем в первую очередь изучаются такие количественные показатели, как динамика численности, биомассы, продукции массовых видов гидробионтов, а также основных гидрохимических, гидрофизических факторов. Эти данные получают в течение годовых и сезонных наблюдений, используя традиционные методы гидробиологических исследований, которые обычно трудоемки, а сбор и обработка собранного материала занимает много времени. Ряд определенных задач в этом процессе можно решить, исполь-

зуя современные методы сбора информации с помощью подводных технических средств и методов автоматизированной обработки этих данных. Одним из таких методов является использование цветных фото снимков донных сообществ, сделанных с помощью подводных роботов, для анализа их экологического состояния. Как правило, исследуются наиболее массовые и хорошо различимые на фотоизображениях виды гидробионтов.

### ■ МЕТОДЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

*Методика оценки  
количественных  
характеристик популяций  
и сообществ гидробионтов*

Для оценки количественных характеристик популяций гидробионтов (экосистем),

<sup>1</sup> 690091, Владивосток, ул. Суханова, 5а, тел.: (4232)433059, e-mail:dulepov@marine.febras.ru

