

УДК 539.3

Шамарин Ю.Е., Шамарин А.Ю., Борецкий А.А., Алексеенко А.В.

Киевский государственный научно-исследовательский институт гидроприборов. Украина, Киев

АВТОНОМНАЯ ЯКОРНАЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ**Анотація**

В статті розглянуто конструктивну побудову і особливості функціонування гідроакустичної автономної якорної станції, яка призначена для виявлення підводних об'єктів з використанням векторно-фазових методів обробки сигналів.

Abstract

The constructive building and the functional features of the hydroacoustic autonomous anchor station are thoroughly viewed in this article. Such station is aimed to reveal underwater objects by using vector-phase methods of signal processing.

Для обнаружения и пеленгования подводных объектов создана автономная якорная гидроакустическая станция, в состав которой входят:

- якорный подводный буй сигнализации (ЯПБС);
- технологический радиобуй (ТРБ);
- аппаратура берегового поста.

Станция создана с использованием векторно-фазовых методов, которые известны давно, однако недостаточно изучены [1–3].

В корпусе ЯПБС размещены: векторно-фазовая антенна (ВФА), устройство аналогово-цифровой обработки (УАЦО), источник питания и тридцать радиобуев (РБ) с механизмами активации и отделения РБ.

ЯПБС имеет положительную плавучесть и удерживается на заданной глубине с помощью якоря.

Общий вид ЯПБС представлен на рис 1.

ВФА обеспечивает прием и преобразование акустических сигналов по четырем независимым каналам:

- трём направленным каналам, формирующим три взаимно ортогональные "косинусные" характеристики направленности;
- одному ненаправленному (опорному) каналу.

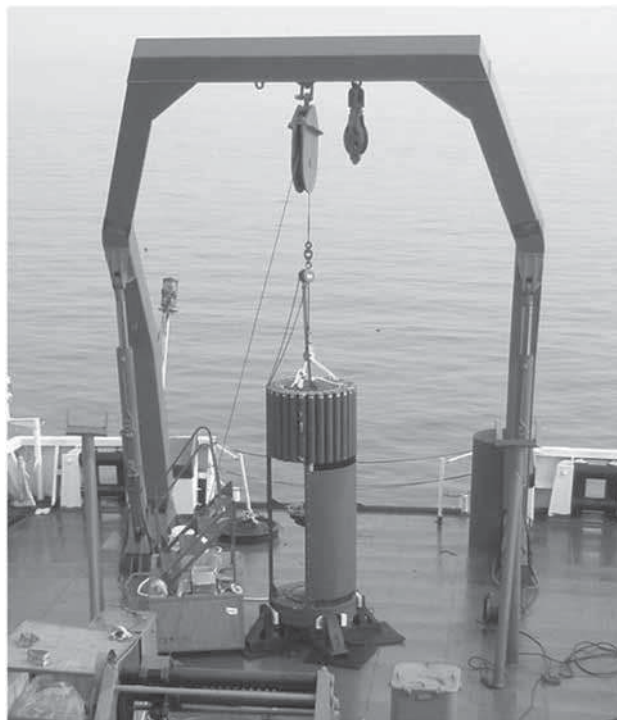


Рис. 1. Общий вид ЯПБС

Диапазон рабочих частот — от 10 до 100 Гц.
Осевая чувствительность направленных каналов — не менее 25 мкВ/Па.

Чувствительность ненаправленного канала — не менее 450 мкВ/Па.

В ВФА конструктивно совмещены два типа приёмных преобразователей: трехкомпонентный векторный приёмник (ВП) и четыре приёмника давления (ПД), закрепленные на несущем каркасе на фиксированном расстоянии друг от друга симметрично относительно вертикальной оси ВФА.

В рабочем диапазоне частот размеры ВП, ПД и расстояния между ними значительно меньше длины волны акустических колебаний в воде. По этому признаку ВФА представляет собой точечный приемный модуль, в котором объединены независимые преобразователи с практически совмещенными фазовыми центрами. Максимальное расхождение в фазах электрических сигналов каналов ВП и канала давления за счет разнесения фазовых центров не превышает 1° на частоте 100 Гц.

Корпус ВП выполнен в виде сферической оболочки, состоящей из двух жестких герметично соединенных стеклопластиковых полусфер. В центре оболочки на едином основании смонтированы три пары электродинамических датчиков. Датчики расположены попарно симметрично относительно центра оболочки соосно вдоль трех взаимно ортогональных осей в системе координат OXYZ с началом в центре оболочки. Из них две пары расположены в горизонтальной плоскости XOY вдоль осей X и Y. Третья пара расположена вдоль оси Z. Корпуса датчиков жестко связаны с внутренней стенкой оболочки и имеют с ней одинаковую колебательную скорость.

Сферическая оболочка вместе с блоком датчиков образует симметричную конструкцию с положительной плавучестью, в которой центр масс совпадает с геометрическим центром.

В рабочем положении оболочка закреплена на гибких подвесах. Система крепления обеспечивает: свободные перемещения оболочки в направлении падающей звуковой волны, пространственную ориентацию осей канала ВП и защиту канала ВП от вибрационных помех.

На УАЦО возложены следующие задачи:

- функционирование ЯПБС по заданному алгоритму;
- управление переводом ВФА из транспортного состояния в рабочие;
- усиление сигналов ВФА и их аналоговая обработка;

- цифровая обработка сигналов, обнаружение и пеленгование целей;

- передача информации об обнаруженных подводных объектах в РБ по инфракрасному оптическому каналу или в ТРБ по кабельной линии связи;

- управление механизмом отделения РБ от ЯПБС;

- включение и выключение питания ЯПБС;

- автоматическое переключение на резервную батарею электропитания (при необходимости).

К параметрам УАЦО предъявляются следующие требования:

- динамический диапазон входных усилений X,Y,Z,ПД должен быть не менее 60 дБ;

- диапазон рабочих частот усилителя от 10 до 100 Гц;

- затухание сигналов вне диапазона рабочих частот — не менее 20 дБ/окт;

- ток потребления — не более 10 мА.

Схема деления УАЦО на составные части показана на рис. 2.

ЯПБС работает с разовыми радиобуями, которые стартуют из глубины по команде, поступившей из УАЦО, и передают информацию о подводном объекте на береговой пост.

ЯПБС на заданной глубине может работать до 12 месяцев, а затем поднимается на поверхность, дефектуется, перезаряжается и готовится к новой постановке в заданном районе.

Для адаптации ЯПБС к месту постановки и для проверки работоспособности его узлов

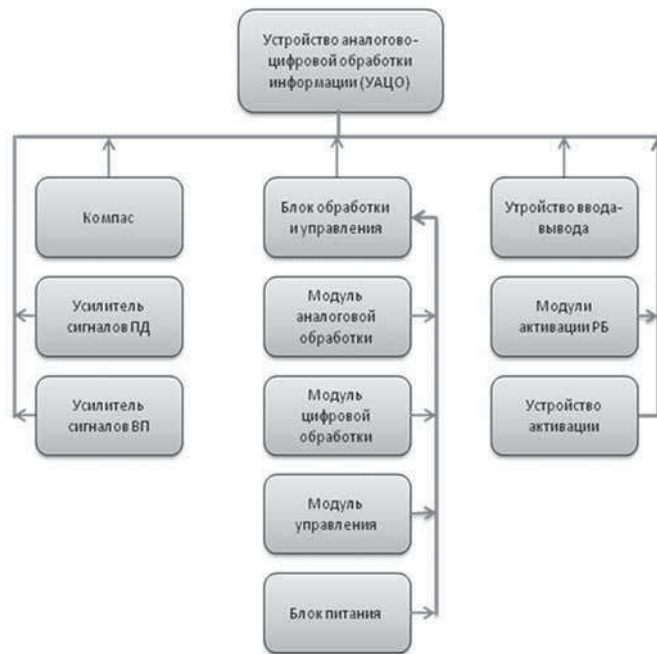


Рис. 2. Схема деления УАЦО на составные части

используют ТРБ, соединенный со станцией кабелем обмена информацией. ТРБ передает на береговой пост информацию по УКВ радиоканалу о пеленге на подводный объект или о результатах самоконтроля УАЦО. С помощью кабеля, соединяющего ТРБ с ЯПБС, имеется возможность изменения отдельных параметров УАЦО в процессе настройки и адаптации ЯПБС в море.

В состав ТРБ входят: радиоэлектронный блок, антенно-фидерное устройство (АФУ), механизм разворачивания АФУ, источник питания и кабель, соединяющий ТРБ с ЯПБС.

ТРБ и РБ обеспечивают передачу информации методом частотной телеграфии на одной из 30 фиксированных частот в УВК диапазоне от 162,25 до 173,5 МГц.

Приём и программная обработка радиосообщений от ТРБ и РБ осуществляется аппаратурой берегового поста. На экране персонального компьютера берегового поста отображается:

- результаты периодического самоконтроля исправности ЯПБС (от ТРБ);
- данные пеленга на обнаруженные подводные объекты;
- номера ЯПБС и РБ;
- географические координаты ЯПБС;
- дата и время получения сообщения.

На экране выводятся девять последних сообщений от РБ (или ТРБ), а также суммарная информация об обнаруженном объекте.

Для постановки станции в заданном районе моря необходимо обеспечивающие судно, оснащенное лебедкой с тяговым усилием не меньше 5 т и крановым устройством грузоподъемностью не меньше 2 т.

Желательно, чтобы глубина моря в месте постановки станции была 40–200 м, а ЯПБС лучше всего устанавливается на глубине 20–60 м от поверхности воды.

Влияние глубины моря на дальность обнаружения подводных объектов показано в работах [1, 2].

Рекомендуемые соотношения глубины моря и рабочей глубины (от поверхности моря) представлены на рис. 3.

Перед выходом в море производится запись служебной информации и устанавливается рабочая частота УКВ радиоканала РБ (ТРБ).

При приходе на место постановки непосредственно перед погружением ЯПБС в море включается устройство активации (подаётся электропитание на аппаратуру).

После погружения ЯПБС на оптимальную глубину через запрограмми-

рованное время УАЦО выдает сигнал "Разарретирования" для приведения векторно-фазовой антенны в рабочее положение. Выполнением этой операции станция подготовлена к работе по заданной программе.

Принятые ВФА гидроакустические сигналы (шумы надводных и подводных объектов, шумы моря, собственные шумы станции и др.) преобразуется в электрическое напряжение, пропорциональное уровню поступивших сигналов и чувствительности приёмников ВФА, которое подается в УАЦО для анализа и принятия решения об обнаружении подводного объекта с указанием дальности и пеленга.

ВП и ПД передают в УАЦО электрические сигналы, позволяющие одновременно определять амплитуду и фазы давления и три взаимно ортогональные составляющие вектора колебательной скорости.

Для усиления и частотной селекции выходных сигналов ВФА в УАЦО используется четырехканальный усилитель с полосой пропускания 10–100 Гц, обеспечивающий согласование ВФА с УАЦО.

Компас выдает в схему обработки информацию об угловом положении базовой линии ВФА относительно магнитного меридиана Земли.

Станция укомплектована 30 радиобуями разового действия. В корпусе РБ (Ø ~ 80 мм, длина — 700 мм) размещены: радиоэлектронный блок, АФУ, механизм разворачивания АФУ, источник питания и механизм самоликвидации.

Масса РБ составляет 3,6 кг.

Алгоритм работы РБ:

- постоянное ожидание ввода информации от УАЦО;
- при обнаружении и пеленговании подводного объекта — активация по сигналу УАЦО;
- получение информации от УАЦО для радиопередачи и подтверждение о приеме этой информации;

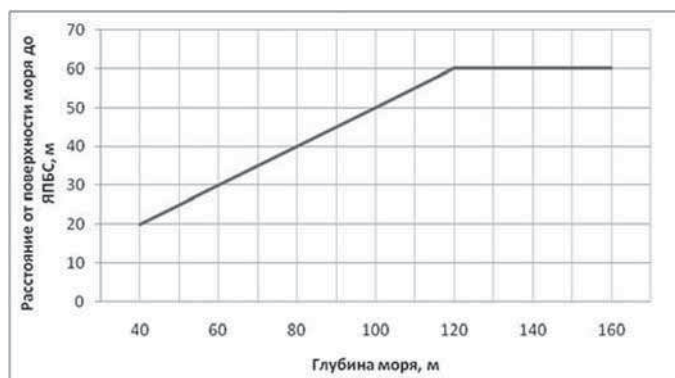


Рис. 3. Соотношение глубин моря и расстояний от поверхности моря до ЯПБС



- отсчет времени до всплытия на поверхность моря;
- разворачивание АФУ;
- 30-кратная передача сообщения по УКВ радиоканалу;
- ликвидация РБ.

Выходная мощность передаваемого РБ информационного радиоимпульса — от 2 до 5 Вт на нагрузке 50 Ом.

В качестве источника питания РБ используется литиевые элементы (напряжение — 3 В, емкость — не меньше 3 А · ч)

Источник питания ЯПБС также состоит из литиевых элементов, которые соединены в блоки по 3 шт. (напряжении на выходе — 9 В).

Испытание станции проводили в летнее время в сложных гидрометеоусловиях, а также в

условиях крайне интенсивного судоходства. Глубина моря в районе испытаний была в пределах 100 м, а дно имело сложный неровный рельеф.

Несмотря на все эти трудности, подводный объект обнаруживался многократно, а дальность его обнаружения превышала расчетную в три раза.

Литература

1. *Гордиенко В.А.* Векторно-фазовые методы в акустике. /В.А. Гордиенко, В.И. Ильичев, Л.Н. Захаров. — М.: Наука, 1989. — 233 с.
2. *Скробнев Г.К.* Комбинированные гидроакустические приемники. — СПб.: Элмор, 1997. — 200 с.
3. *Гордиенко В.А.* Векторно-фазовые методы в акустике. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 480 с.