

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК Научный совет по проблемам фундаментальной и прикладной гидрофизики		№ 4 (6) 2009
--	---	--

**Сборник научных трудов
Издается с 2008 года**

СОДЕРЖАНИЕ

Статьи

<i>Клячкин В.И.</i> Информационная интеграция гидрофизических и гидроакустических полей.....	4
<i>Левин И.М., Долин Л.С., Франгузов О.Н., Родионов М.А., Осадчий В.Ю., Савченко В.В.</i> Глубинные профили гидрофизических параметров в Баренцевом море применительно к проблеме лидарного зондирования.....	16
<i>Зимин А.В., Николаев В.Г., Родионов А.А.</i> Внутренние волны и их проявления на морской поверхности во время приливного цикла в Белом море.....	25
Итоги Первой конференции молодых ученых и специалистов «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» (МАГ-2009).....	30
<i>Каган Б.А., Софьина Е.В.</i> Сезонная изменчивость приливной волны M_2 в Северном Ледовитом океане.....	31
<i>Силина Т.А.</i> Алгоритмы комплексирования информации в системе подводного наблюдения, построенной по сетцентрическому принципу.....	38
<i>Семенов Н.Н.</i> Определение курсового угла подводного объекта по одному наблюдению при использовании сложного сигнала и когерентного приема.....	46
<i>Жиляев Е.А., Павлов А.А., Чернядев Е.В.</i> Автономная дистанционно управляемая сейсмогидроакустическая станция наблюдения за сигнально-помеховой обстановкой.....	51
Перспективные направления развития науки и техники	
<i>Гизитдинова М.Р., Кузьмицкий М.А.</i> Использование мобильных подводных роботов в решении современных проблем в Мировом океане.....	59
Хроника.....	66
Внимание, конкурс!.....	69
Информация о конференции ГА-2010.....	71
Правила представления материалов в редакцию.....	72

CONTENTS

Articles

<i>Kljachkin V.I.</i> Information Integration of Hydrophysical and Hydroacoustic Fields.....	4
--	---

In the present work the dynamic and information model of hydroacoustic and hydrophysical algorithmic systems interaction is considered with the view of designing of optimized (adaptive) procedures for weak signal allocation in the presence of masking interference, and also for estimation of unknown parameters of HA and HP field sources movement. Physical basis of these problems solving is the difference in field generation and propagation mechanism under their information interaction.

Key words: random fields, dynamics, information, adaptation, estimation, signal, noise.

<i>Levin I.M., Dolin L.S., Frantzuzov O.N., Rodionov M.A., Osadchy V.Yu., Savtchenko V.V.</i> Measurement of Depth Profiles of Optical and Hydrophysical Parametres in the Barents Sea: Application to Lidar Sensing Problem.....	16
---	----

Lidar detection of hydrophysical nonhomogeneity, such as internal waves or turbulence, is possible if there is marked stratification of the depth profiles of attenuation coefficient and the fluid density, and if the lidar echo-signal from pycnocline area is sufficiently large. A new submersible instrument for attenuation coefficient measuring was developed and produced. In this paper we describe the instrument and the algorithm of its calibration and measurement accuracy estimation. The results of field measurements of attenuation coefficient, density and temperature depth profiles in 12 spots (stations) in the Barents Sea are given. Using the results of these measurements, we computed the echo-signal levels and the signal-noise ratio as functions of depth. It was shown that at all stations the echo-signal power is sufficient enough for hydrophysical nonhomogeneity detection.

Key words: lidar sensing, attenuation coefficient, hydrophysical parametres, the Barents Sea.

<i>Zimin A.V., Nikolaev V.G., Rodionov A.A.</i> Internal Waves and their Displays on the Sea Surface During the Tidal Cycle in the White Sea.....	25
--	----

The results of an experiment on research of the internal waves, carried out in July, 2008 in the Onega gulf of the White Sea, are presented. Behavior of time variability of short -time period internal waves during a tidal cycle is investigated. It is shown that fluctuations of a thermocline and temperature of an ocean surface are correlated and in-phased.

Key words: internal waves, measurement, sea surface temperature, contact and non-contact methods.

<i>Kagan B.A., Sofina E.V.</i> Seasonal Variability of the M_2 Tide in the Arctic Ocean	31
---	----

The results for three-dimensional (3D) winter and summer tidal flows in the Arctic Ocean are presented. It is shown that dependent on ice seasonal variability of the tidal constants (amplitudes and phases of tidal sea surface level elevations) in the Central and Canadian parts of the Arctic Ocean is less than the mean square error in the predicted tidal sea surface level elevations. This means that the seasonal variability can be neglected, at least as a first approximation. A different situation is encountered in the Siberian continental shelf, where seasonal changes of tidal amplitude are ± 5 cm, while those of tidal phase vary from 15° to several tens of degrees.

Key words: tides, seasonal variability, modeling, the Arctic Ocean.

<i>Silina T.A.</i> Data Fusion Algorithms of Underwater Network-Centric Surveillance System.....	38
--	----

The construction, assignment, functions and algorithmic structure of data fusion of underwater network-centric surveillance system are considered.

Key words: data fusion, network-centric system, underwater surveillance system.

<i>Semenov N.N.</i> Course Angle Estimation of a Underwater Object by Only One Observation Using a Complex Signal and Coherent Reception.....	46
---	----

Using of a complicated probing signal and coherent reception allows to distinguish echo-signals from various blinking points on the case of underwater object that allows to estimate such secondary signs, as the form of object and its linear sizes. Measurement of frequency of each echo-signal allows to estimate radial speed of mutual moving, and the knowledge of the form of an object allows to estimate a course angle and full speed of observable object.

Key words: hydroacoustic, detection, glare, compound signal, form evaluation, a cluster.

<i>Zhilyaev E.A., Pavlov A.A., Chernyadev E.V.</i> Self-Contained Remote Controlled Seismohydroacoustic Station for Surveillance of the Signal-Noise Situation	51
--	----

The report considers a signal-noise situation surveillance station meeting the modern requirements: it has an adaptive teletype hidden communication path through hydroacoustic channel, nonvolatile memory of big capacity, long endurance (up to 1 year), deployment depth of down to 6000m, GPS receiver for determining its location, it uses rapid signal digital processing algorithms.

Key words: seismohydroacoustic station, hydroacoustic communication, memory, digital algorithms

Perspective Tendency of Development of Science and Technics

<i>Gizitdinova M.R., Kuzmitsky M.A.</i> Place and Role of Mobile Underwater Robots in the Decision of Modern Problems of Sea Activity of the States.....	59
--	----

In the article the review of the basic modern global problems connected with sea activity of the states in the World Ocean, a place and a role in their decision of a new perspective class of underwater systems – mobile underwater robots (or UUVs) is given. Globalization forming uniform universal economic-information field, bears both constructive, and destructive influence on many aspects of the world community life, including research, economic and military problems solved in the World Ocean. The spectrum of the basic problems and prospects of UUVs, as dual-purpose means, in their decision is considered.

Key words: mobile underwater robot, underwater systems, an information field, underwater conditions.

УДК 681.883.6:681.3

Е.А.Жиляев¹, А.А.Павлов¹, Е.В.Чернядев¹
info@gidropribor.ru

АВТОНОМНАЯ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМАЯ СЕЙСМОГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СИГНАЛЬНО-ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКОЙ

Дано описание конструкции станции наблюдения за сигнально-помеховой обстановкой, разработанной в двух вариантах исполнения корпусно-механической части на глубины погружения 600 и 6000 м. Приведены технические характеристики станции.

Статья является обобщением работ в области создания морских автономных сейсмогидроакустических станций, проводимых в ОАО «Концерн «МПО-Гидроприбор» коллективом сотрудников под руководством начальника научно-исследовательской лаборатории к.т.н., с.н.с. Калминского Б.Г.

Освоение и использование ресурсов Мирового океана требует переориентации нефтегазодобывающей промышленности на освоение морских нефтегазовых месторождений на шельфе и континентальном склоне. Именно на акваториях отмечается наибольший прирост запасов углеводородного сырья и открываются его крупные месторождения. Согласно прогнозу, более 90% перспективных месторождений углеводородов залегает под дном океанов и морей на глубинах 900 м и более. В связи с этим, становятся актуальными вопросы сейсморазведки нефтегазоносных месторождений на больших глубинах.

С ростом активности освоения месторождений углеводородов морского шельфа, прокладкой подводных трубопроводов и кабелей связи первостепенное значение приобретает проблема обеспечения их безопасности. Чрезвычайно опасными как для самих морских сооружений, так и для экологии всего региона в целом становятся донные землетрясения и провоцируемые ими явления. Как показывают последние события, низкая эффективность краткосрочных прогнозов морских землетрясений приводят к катастрофическим последствиям. Многочисленные человеческие жертвы и огромный экономический ущерб заставляют совершенствовать и искать новые методы и технические средства, позволяющие повысить эффективность прогнозирования морских землетрясений. Минимизация ущерба, наносимого в этих случаях, напрямую зависит от решения задачи раннего оповещения. Кроме того, к важнейшим составляющим общей угрозы безопасности относятся террористические и диверсионные действия, участвовавшие случаи браконьерства и нарушения морских границ.

В сложившейся геополитической обстановке особенно остро ощущается необходимость создания технических средств противодействия на морских рубежах и в зонах морских техногенных объектов.

В настоящее время создана сейсмологическая сеть, охватывающая практически все континенты. В её состав входят современные широкополосные сейсмографы, с помощью которых регистрируются сейсмические события и решаются исследовательские и прикладные сейсмологические задачи. В то же время остаются актуальными проблемы создания морских сейсмогидроакустических станций (с приемлемыми массогабаритными характеристиками и длительным сроком автономной работы на позиции),

¹ ОАО «Концерн «Морское подводное оружие - Гидроприбор», Санкт-Петербург

приближающихся по параметрам к наземным сейсмографам и способных решать широкий спектр задач, в том числе двойного назначения, в различных сейсмогидрологических условиях. С середины 80-х гг. НПО «Уран» - ЦНИИ «Гидроприбор» приступил к разработке таких станций.

Естественное развитие эти работы получили в рамках ОКР «Интеграл-С» - «Разработка новых технологий наблюдения с изготовлением макетов аппаратуры составных устройств нового поколения сейсмогидроакустических информационно-измерительных систем на базе высокоэффективных сигнальных процессоров», выполненной ОАО «Концерн «Морское подводное оружие - Гидроприбор» [1, 2].

Присущая разработанной станции мобильность и отсутствие кабельных линий связи позволяют использовать её в различных гидрометеорологических условиях, в том числе и подо льдом. При этом диапазон глубин, охватываемый при донной постановке станции, лежит в пределах от нескольких десятков метров до 6000 м.

При разработке конструкции сейсмогидроакустической станции наблюдения (СГСН) за сигнально-помеховой обстановкой учтены особенности работы сейсмогидроакустических станций на дне, в том числе влияние придонных течений и условия взаимодействия станции с мягкими осадочными породами.

Применение донных сейсмогидроакустических станций в качестве инструмента сейсмической разведки и мониторинга, а также в качестве технического средства противодействия терроризму на морских рубежах и в зонах морских техногенных объектов накладывает на них ряд жёстких и противоречивых требований, основными из которых являются:

- высокая чувствительность и временная стабильность используемых преобразователей сейсмогидроакустических сигналов;
- обнаружение полезных сейсмогидроакустических сигналов при отношении сигнал/помеха меньших единицы;
- большой динамический и широкий частотный диапазон регистрации сигналов;
- высокая помехоустойчивость к воздействию придонных течений;
- длительная автономность работы сейсмогидроакустических станций без замены источников питания;
- возможность бескабельного телеуправления режимом функционирования станции и снятия информации потребителем по гидроакустическому каналу связи (без всплытия станции на поверхность) [2-4];
- устойчивое сцепление станции с дном;
- малые массогабаритные характеристики станции, обеспечивающие лёгкость её постановки на дно с различных носителей;
- самостоятельное всплытие станции на поверхность океана после отдачи якоря;
- лёгкость поиска всплывшей станции и подъёма её на борт обеспечивающего судна.

Описание конструкции СГСН. С целью оптимизации стоимостных характеристик СГСН, было разработано два варианта исполнения корпусно-механической части (КМЧ) станции: мелководного - на базе алюминиевых сплавов и глубоководного - на базе высокопрочных титановых сплавов с оптимизацией формы конструктивных элементов и применения высокоточной технологии для изготовления тонкостенных оболочек со средней плотностью менее 1 [1].

Станции включают следующие основные части (рис. 1): модуль сервисных устройств (1), блоки аппаратурный (2) и аккумуляторный (3), корпусная часть (4), приёмник колебательного ускорения (5), отделитель якоря (6) и якорь (7).

Корпусная часть СГСН-60 представляет собой герметичный приборный контейнер, состоящий из цилиндра из алюминиевого сплава диаметром 325 мм и длиной 400 мм. Корпусная часть СГСН-600 – герметичный приборный контейнер из двух титановых полусфер диаметром 500 мм и толщиной стенки 10 мм. Общая масса в снаря-

жённом состоянии СГСН-60 ~90 кг, СГСН-600 ~100кг. Снаряжённые приборные контейнеры имеют положительную плавучесть и удерживаются на дне с помощью якоря, жёстко соединённого с контейнером через отделитель. С целью максимальной защиты от коррозии все металлические детали, имеющие контакт с водой, изготовлены из одного (алюминиевого или титанового) сплава и покрашены.

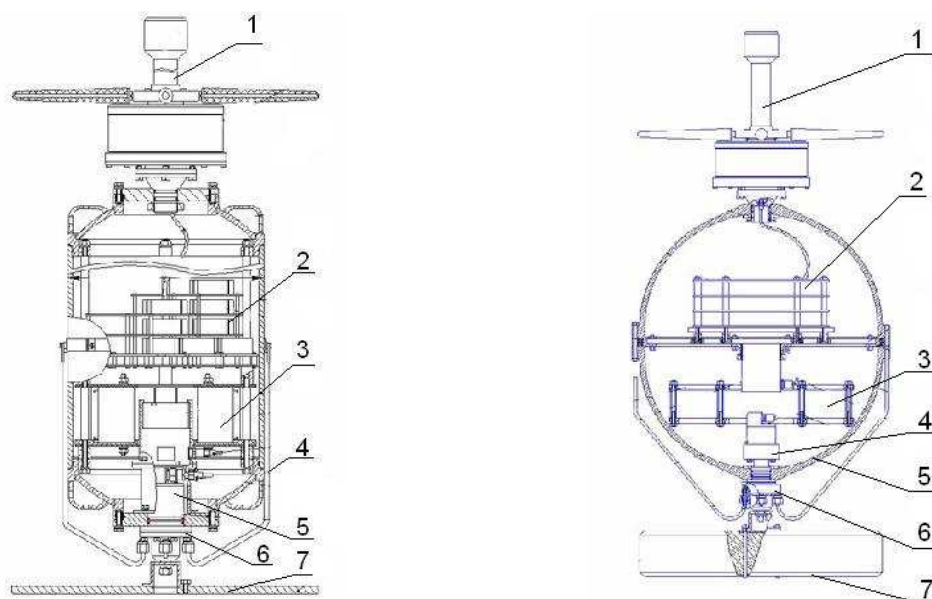


Рис. 1. Схема общего вида станций, рассчитанных на различные глубины погружения: до 600 м – СГСН-60 (а) и до 6000 м – СГСН-600 (б)

На верхней крышке обеих станций размещается модуль сервисных элементов, обеспечивающий приём и передачу по гидроакустическому каналу кодированных сообщений, а также приём и передачу по радиоканалу сигналов глобальной навигационной системы (GPS) для обнаружения станции после её всплытия.

Приёмник колебательного ускорения жёстко закреплён внутри корпусной части на нижней крышке. Таким образом, корпусная часть станции является составным элементом векторной приёмной системы и вследствие относительно большой площади поверхности уменьшает помехи обтекания, вызванные турбулентностью набегающего потока. Для эффективного приёма сейсмических колебаний средняя плотность станции лишь немного отличается от плотности наиболее распространённых мягких грунтов и составляет 1,4-1,7 г/см³.

Постановка сейсмогидроакустических станций на дно осуществляется в свободном падении путём сбрасывания за борт с обеспечивающего судна. После постановки на грунт тракт адаптивной телетайпной скрытной связи (АТСС) находится в режиме ожидания команды.

Тракт приёма, обработки и накопления информации начинает работу после приёма соответствующей команды с обеспечивающего судна или по часам единого астрономического времени, интегрированным в аппаратуру. Обработка и запись сейсмогидроакустических сигналов осуществляется непрерывно или в старт-стопном режиме по внутреннему таймеру. Обработанная и накопленная в памяти станции информация передаётся потребителю по гидроакустическому каналу связи после принятия станцией соответствующей команды, посылаемой с борта обеспечивающего судна.

Всплытие станции на поверхность производится после срабатывания отделителя якоря. Отделитель якоря срабатывает по кодированному сигналу, передаваемому с обеспечивающего судна по гидроакустическому каналу связи и принимаемому через

широкополосную приёмно-излучающую гидроакустическую антенну, конструктивно расположенную в модуле сервисных устройств. Принятый сигнал декодируется в тракте АТСС, после чего команда на всплытие поступает на отделитель якоря.

После всплытия станция, через радиомодем, передаёт свои собственные текущие координаты, поступающие от приёмника спутниковой навигации (GPS). Принятые обеспечивающим судном текущие координаты нахождения станции на поверхности облегчают поиск и подъём последней на борт обеспечивающего судна. Приёмник спутниковой навигации, собственно сам радиомодем и его передающая антенна конструктивно располагаются в модуле сервисных устройств.

В целом конструкция сейсмогидроакустической станции разрабатывалась с учётом природы возникновения помех обтекания, с целью их минимизации и обеспечения приёма и обработки наиболее слабых спектральных составляющих принимаемых сейсмогидроакустических сигналов в частотном диапазоне 5-100 Гц.

Модуль сервисных устройств содержит гидроакустический преобразователь, антенну с противовесами, блок GPS, радиомодем типа спектр 433 и штуцер для откачки воздуха.

Аппаратурный модуль. При проектировании аппаратуры СГСН в основу был заложен конструктивный принцип функционально-модульного построения устройств. Подобный принцип заложен в персональном компьютере, где объединение модулей (интерфейсных карт) осуществляется через системную плату, на которой размещают практически все основные и важные компоненты. Эта сложнейшая плата располагается на самом дне корпуса, с установленными в нее интерфейсными картами и подсоединенными кабелями. Если она отказала, то для замены или ремонта компьютер придется разобрать полностью, что занимает много времени. Чтобы избежать таких затруднений, в аппаратуре данную функцию объединения модулей выполняет пассивная кросс-плата. На такой плате устанавливают только разъемы подключения функциональных модулей и блока питания. Все функциональные модули устанавливаются в блок и объединяются между собой магистральной шиной кросс-платы. Внешние подключения к модулям осуществляются через контакты разъемов, при помощи шлейфов.

Была выбрана унифицированная конструкция аппаратурного модуля, что позволило использовать ее в станциях СГСН-60 и СГСН-600 и сократило время, а также стоимость разработки. Аппаратурный модуль представляет собой каркас из алюминиевых стоек, на котором крепятся кросс-плата и платы отдельных модулей блока аппаратуры регистрации и блока аппаратуры гидроакустической связи. Данная конструкция позволяет компактно разместить аппаратуру в обеих станциях, что делает ее универсальной. Размер плат, входящих в состав блоков, также выбран исходя из конструктивных особенностей корпусов и для обеспечения свободного доступа к соединительным разъемам на кросс-платах. Каждый блок имеет свой разъем питания от аккумуляторного блока, что упрощает развязку блоков по питанию и землям.

В состав аппаратурного модуля СГСН входят два блока аппаратуры: гидроакустической связи и регистрации.

Блок аппаратуры гидроакустической связи: кросс-плата аппаратуры гидроакустической связи; усилитель программируемый кодом; регулируемый усилитель мощности; процессор ЦОС (цифровой обработки сигналов) гидроакустической связи.

Блок аппаратуры регистрации: кросс-плата аппаратуры регистрации; программируемый усилитель; процессор ЦОС аппаратуры регистрации.

Блок аппаратуры регистрации соединяется с блоком аппаратуры гидроакустической связи при помощи шлейфа, по которому осуществляется обмен информацией.

Корпусной приёмник колебательного ускорения (ПКУ) отличается от серийного более низкими уровнями воспринимаемых сигналов (сейсмических и гидроакусти-

ческих). Достигается это как применением новых высокоэффективных пьезокерамических элементов, так и применением специальных малошумящих схем усилителей.

Технические характеристики ПКУ:

- питание, В ± 3 ;
- потребление, мА 2,9;
- динамический диапазон, дБ не менее 90;
- чувствительность, В·с²/м 10,3.

Полосовой усилитель с программируемым коэффициентом усиления. Рабочая полоса частот 5-100 Гц, динамический диапазон 60 дБ.

Сигнал с выхода предварительного усилителя, размещённого в корпусном приёмнике колебательного ускорения, поступает на полосовой усилитель [1-3, 5], входной каскад которого представляет собой дифференциальный усилитель, собранный на микросхеме микромощного инструментального усилителя. Дифференциальный усилитель предназначен для подавления синфазного напряжения наводки и усиления сигнала.

Частотный диапазон 5-100 Гц формируется фильтрами Баттерворта ФНЧ 6-го порядка и ФВЧ 6-го порядка. Между звеньями ФВЧ и ФНЧ включён программируемый усилитель, выполненный на базе ЦАП. Регулировка коэффициента усиления осуществляется 7-ю разрядами шины данных процессора.

Коэффициент передачи управляется с помощью цифровых сигналов, что позволяет реализовать программно алгоритм автоматической регулировки усиления в зависимости от уровня входного сигнала.

Усиленный сигнал подаётся на аналоговый вход АЦП.

Устройство цифровой обработки сигналов и накопления информации. В задачу цифровой обработки входит преобразование аналоговой информации в цифровую, запись результатов цифровой обработки в накопитель с последующей выдачей записанной информации в гидроакустический (ГА) канал связи. Выдача информации должна производиться по запросу канала связи. Для реализации этих задач выбран 16-разрядный сигнальный процессор третьего поколения фирмы Analog Devices ADSP-2188N.

Использование режима малой мощности и режима ожидания прерывания позволяет снизить энергопотребление устройства.

Основная задача накопителя [1, 2] – сбор и хранение информации в течение года с последующим считыванием её в персональный компьютер. Накопитель может работать как в непрерывном режиме записи и сбора информации, так и по запросу ГА канала связи, который может как отключать питание накопителя, так и включать его. Накопитель, собранный на флэш-памяти с информационной ёмкостью 32 Гбита, позволяет непрерывно записывать временные отсчёты АЦП с частотой дискретизации 512 Гц в течение 487 дней (больше 1 года).

Контроллер микросхемы позволяет осуществить автоматическое программирование и стирание. Команда, адрес и данные записываются в микросхему через порт ввода/вывода процессора.

Передача прочитанной информации из флэш-памяти в персональный компьютер происходит программным способом по последовательному порту RS-232.

Широкополосное приёмно-излучающее устройство. В качестве широкополосного приёмно-излучающего устройства (ПИУ) используется кольцо, состоящее из 48 цилиндрических сегментов, работающих в режиме тангенциальных колебаний. На рис. 2 приводятся диаграммы направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

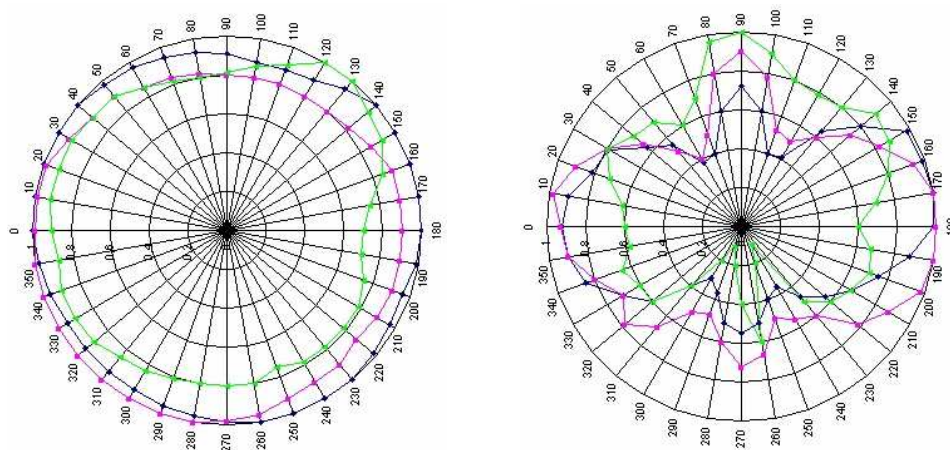


Рис. 3. Диаграммы направленности широкополосного ПНУ в горизонтальной (слева) и вертикальной (справа) плоскостях

Керамическое кольцо расположено в цилиндрическом корпусе и зафиксировано фиксатором. Внутри корпус залит кремний-органической электроизолирующей жидкостью. Заливка осуществляется через горловину поршня. Поршень служит для компенсации внешнего гидростатического давления.

Усилитель мощности (УМ) [1, 2, 6, 7] выполняет усиление сигнала, поступающего с флага центрального сигнального процессора (ЦСП) по амплитуде и мощности и состоит из мощного каскада и цепи согласования с керамикой.

Расчет согласования проводился исходя из параметров нагрузки, полученных измерением Z и φ в диапазоне частот 8–19,5 кГц керамического излучателя. В работе использован керамический излучатель кругового обзора. Согласование проведено в диапазоне частот 9–15 кГц.

Для согласования керамического преобразователя и усилителя в качестве выходного звена УМ применялся связанный колебательный контур. Используя резонансный колебательный контур, можно получить более равномерную частотную характеристику в рабочей полосе частот, повысить выходную электрическую мощность и как следствие этого – увеличить выходную акустическую мощность излучаемого сигнала и полосу пропускания.

Полосовой усилитель, программируемый кодом (ПУПК) [1, 3, 5], предназначен для усиления сигнала, поступающего на его вход от предварительного усилителя, в рабочей полосе частот с коэффициентом передачи, устанавливаемым в зависимости от кода, поступающего от ЦСП. Устройство ПУПК включает в себя следующие узлы: входной дифференциальный усилитель, полосовой трехкаскадный фильтр, программируемый усилитель, логические устройства (регистр, дешифратор адреса, инверторы) и вторичные источники питания. Входной каскад собран на микросхеме микромощного инструментального усилителя. Полосовой фильтр представляет собой фильтр Баттерворта 6-го порядка и состоит из трех полосовых звеньев, между вторым и третьим звеном включен программируемый усилитель, построенный на базе ЦАП.

Основные технические характеристики:

- рабочая полоса частот от 9,5 кГц до 14,5 кГц;
- затухание при расстройке на октаву не хуже 22 дБ;
- минимальный коэффициент передачи – 40;
- регулировка (увеличение) коэффициента усиления на ~48 дБ с шагом 0,375 дБ;
- шумы на выходе устройства при короткозамкнутом входе и максимальном коэффициенте усиления ~12,5 мВ;

- ток потребления при отсутствии перегрузки по сигналу 6 мА.

Устройство цифровой обработки сигналов. Основные задачи устройства в составе аппаратуры гидроакустической связи [4-7] – выполнение кодирования и декодирования сигналов, а также демодуляция шумоподобного сигнала, выделение и обработка команд комплекса управления, оценка уровня входного сигнала и установка соответствующих кодов коэффициента передачи программируемого усилителя, командный интерфейс с персональным компьютером (ПК).

Конструктивно устройство исполнено в виде многослойной печатной платы размером 100×160 мм и включает цифровой сигнальный процессор, флэш-память загрузки, драйвер интерфейса RS-232, стабилизаторы и монитор питания. Кодирование и декодирование выполняются программно.

Код рабочей программы хранится в энергонезависимой флэш-памяти.

Шины адреса и данных, управляющие сигналы чтения-записи и выбора внешней памяти служат для чтения сигнала с АЦП и записи кодов при управлении коэффициентом усиления ПУПК.

Интерфейс RS-232 предусмотрен для осуществления связи устройства с ПК. Аппаратный последовательный порт ЦСП в составе СГСН используется для связи с устройством сбора и накопления информации.

Интерфейс с трактом сбора и накопления информации. Тракт двусторонней гидроакустической связи предназначен для приема команд управления и передачи данных от тракта сбора и накопления информации. Высокая достоверность передачи команд обеспечивается различными мерами, одной из которых является применение специальной структуры данных и её использование для селекции принятых данных.

Код команды состоит из двух символов: первый – признак команды, второй – код команды. Одни команды исполняются в тракте связи, другие передаются для исполнения в тракт сбора и накопления информации.

Передачу данных между трактами осуществляется по последовательному порту, который принимает последовательно передаваемые данные и последовательно передает их; в дуплексном режиме он может одновременно принимать и передавать данные.

Тракт сбора и накопления информации может находиться в трех следующих состояниях: ожидание команды на запуск сбора и накопления информации; выполнение сбора и накопления информации; передача на тракт двусторонней связи запрашиваемой информации.

Переход из одного состояния в другое происходит только по команде, поступающей от тракта двусторонней связи.

Тракт обеспечения поиска СГСН служит для определения текущих координат местоположения всплывшей СГСН. Текущие координаты станции определяются GPS-приемником, передача координат на обеспечивающее судно (ОС) осуществляется по радиоканалу.

GPS-приёмник и радиомодем СГСН, подключённый к антенне СГСН, размещаются в модуле сервисных элементов СГСН. Радиомодем ОС, подключённый к антенне ОС, и ПК располагаются на ОС.

Данные от GPS-приемника по последовательному порту поступают на радиомодем, который транслирует их в эфир. В свою очередь, радиомодем на ОС получает эти данные из эфира и передает их на последовательный порт ПК. На мониторе ПК в окне специальной терминальной программы отображаются текущие координаты СГСН.

Модем работает в диапазоне частот $433,92 \pm 0,2$ % МГц при выходной мощности до 10 мВт, что позволяет применять его без получения дополнительных разрешений ГКРЧ РФ на использование полосы радиочастот.

Технические характеристики СГСН:

- глубина постановки СГСН-60 до 600 м;
- глубина постановки СГСН-600 до 6000 м;
- непрерывный срок автономного нахождения на позиции:
 - до одного года с элементами ФУЛ – 150;
 - до трёх месяцев с элементами А504/3,5S;
- рабочий частотный диапазон: 5-100Гц;
- динамический диапазон: не менее 60 дБ;
- преобразователь сейсмогидроакустического поля: векторный;
- накопитель информации: твёрдотельный, объём информационной ёмкости накопителя 32 Гб.

Основные технические характеристики подтверждены экспериментальными испытаниями. СГСН может использоваться как в качестве самостоятельного, так и в качестве составного элемента развёрнутых систем наблюдения за подводной сигнально-помеховой обстановкой.

В связи с тем, что для передачи оперативных данных о сигнально-помеховой обстановке в зоне ответственности системы на мобильный или стационарный пункт сбора используется бескабельный канал связи, следует особо подчеркнуть ряд существенных преимуществ данной станции, а именно: возможность быстрого реагирования на изменение оперативной обстановки в охраняемых районах и на охраняемых рубежах; мобильное развёртывание систем охраны без существенных материальных затрат; практически неограниченные морские районы использования, в том числе районы с ледовым покровом.

Ключевые слова: сейсмогидроакустическая станция, гидроакустическая связь, память, цифровая обработка.

Литература

1. Разработка новых технологий наблюдения с изготовлением макетов аппаратуры составных устройств нового поколения сейсмогидроакустических информационно-измерительных систем на базе высокоэффективных сигнальных процессоров. Пояснительная записка ЭТП ОКР «Интеграл-С». СПб.: ОАО «Концерн «Морское подводное оружие - Гидроприбор», 2008.
2. Жиляев Е.А., Павлов А.А., Сысоев Д.Ю., Чернядев Е.В. Автономные системы сбора гидроакустической информации // Труды отраслевой конференции молодых специалистов «МПО-МС-2007». СПб. 2007. С.69-79.
3. Создание устройства адаптивной кодовой гидроакустической связи для помехоустойчивого управления автономной информационно-измерительной системы с большой ёмкостью твердотельного накопителя на элементах FLASH-памяти / Научно-технический отчёт по НИР «Гидроинформ». СПб.: ГНЦ РФ ФГУП ЦНИИ «Гидроприбор», 2001.
4. Егоров А.В., Ильин Л.И., Калминский Б.Г., Романюков А.В. Устройство кодовой гидроакустической связи для управления информационно-измерительной системой // Труды VI международной конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». СПб. 2002.
5. Жиляев Е.А., Чернядев Е.В. Приемный модуль системы связи по гидроакустическому каналу с использованием шумоподобных сигналов / Труды отраслевой конференции молодых специалистов «МПО-МС-2005». СПб. 2005. С.80-87.
6. Жиляев Е.А., Чернядев Е.В. Излучающий модуль системы гидроакустической связи с использованием шумоподобных сигналов / Труды отраслевой конференции молодых специалистов «МПО-МС-2005». СПб. 2005. С.74-79.
7. Жиляев Е.А., Чернядев Е.В. Маломощный гидролокатор / Труды отраслевой конференции молодых специалистов «МПО-МС-2006». СПб. 2006. С.92-98.

Статья поступила в редакцию 27.11.2009 г.