

Лобанов Вадим Николаевич – e-mail: lobanof@inbox.ru; 197082, г. Санкт-Петербург, Богатырский пр. 58, корп. 4, кв. 77; тел.: +78124653546; н.с.

Seravin George Nikolaevich – Research institute of operative-and-strategic researches of the Navy construction Military Educational-and-Research Centre Naval Academy; e-mail: srwn37@mail.ru; App. 40, 29/1, Vitebsky pr., St.-Petersburg, 196244, Russia; phone: +78123789673; leading scientist; dr. of eng. sc.; senior scientist.

Mikushin Igor Ivanovich – e-mail: mikyshin-igor@mail.ru; App. 8, 38/2, Sapernaja street, St.-Petersburg, Pushkin, 196603, Russia; phone: +78124505079; the deputy chief; cand. of eng. sc.; associate professor.

Lobanov Vadim Nikolaevich – e-mail: lobanof@inbox.ru; app. 77, 58/4, Bogatyrsky pr., St.-Petersburg, 197082, Russia; phone: +78124653546; the research assistant.

УДК 534.222.2

П.П. Пивнев

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПА ПОСТРОЕНИЯ
ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ
ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МОРСКОЙ СРЕДЫ***

Рассмотрен модульный принцип построения гидроакустических систем. Приведены варианты применения модульного принципа построения гидроакустической аппаратуры. Приведены примеры применения модульного конструирования в гидроакустической технике. Рассмотрена модульная антенна накачки низкочастотного профилографа и модульная система усилителей мощности. Рассмотрена конструкция двухчастотного модуля с электроникой. Сделан вывод, что применение модульного принципа построения при производстве гидроакустической техники позволяет создавать «гибкие» адаптивные системы из универсальных модулей, которые легко могут перестраиваться и модернизироваться.

Гидроакустическая система; конструирование; модуль.

P.P. Pivnev

**APPLICATION MODULAR PRINCIPLE SONAR SYSTEMS,
FOR THE ENVIRONMENTAL MONITORING OF MARINE ENVIRONMENT**

In the paper the modular design of sonar systems. Examples of application of modular design in sonar technology. Variants of the application modularity sonar equipment. We consider the modular antenna pumping bass profiler and modular power amplifiers. The design of a dual-frequency module with electronics. It is concluded that the use of modularity in the production of hydro-acoustic technology allows you to create "flexible" adaptive system of universal modules that can easily be rebuilt and modernized.

Sonar system; designing; module.

Морские экологические исследования немислимы без использования гидроакустических приборов и систем, позволяющих дистанционным методом производить оценку состояния, контроль параметров, изучение характеристик морского дна, подводных объектов и сооружений, морской среды и ее неоднородностей.

В настоящее время большое внимание уделяется адаптации, универсальности и повышению надежности аппаратуры.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (ГК №14.518.11.7068 и соглашение №14.А18.21.1284).

Применяя модульный принцип построения аппаратуры экологического мониторинга можно решить ряд вопросов:

- ◆ повысить надежность;
- ◆ упростить и унифицировать технологию производства;
- ◆ создавать ряд систем из стандартных модулей;
- ◆ упростить и оптимизировать установку аппаратуры на объекте;
- ◆ и т.д.

Модульный принцип конструирования предполагает проектирование изделий на основе максимальной конструктивной и функциональной взаимозаменяемости составных частей конструкции – модулей. Модуль – составная часть аппаратуры, выполняющий в конструкции подчиненные функции, имеющий законченное функциональное и конструктивное оформление и снабженный элементами коммутации и механического соединения с подобными модулями и с модулями низшего уровня в изделии.

В основе модульного принципа лежит разукрупнение (разбивка, расчленение) системы на функционально законченные подсистемы (части), выполняющие определенные функции.

Базовым называется принцип конструирования, при котором частные конструктивные решения реализуются на основе стандартных конструкций модулей или конструктивных систем модулей (базовых конструкций), разрешенных к применению в аппаратуре определенного класса, назначения и объектов установки.

При разработке базовых конструкций должны учитываться особенности современных и будущих разработок. При этом частные конструктивные решения обобщаются, а основные свойства и параметры закладываются в конструкции, которые стандартизируются и рекомендуются для широкого применения.

Существует несколько вариантов применения модульного принципа построения гидроакустических систем (рис. 1).

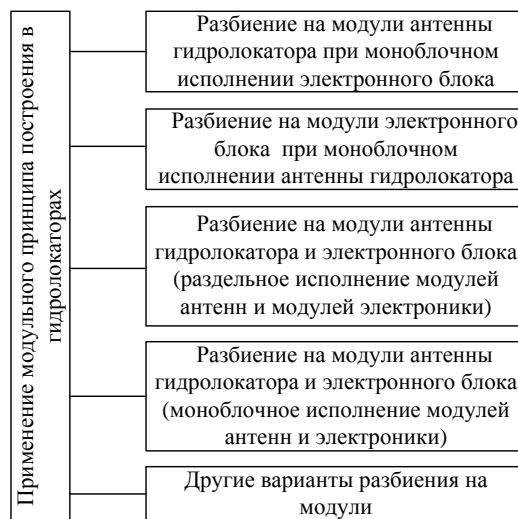


Рис. 1. Модульный принцип построения акустических систем

Коллективами НПП «Нелак» и каф. ЭГА и МТ проведено ряд работ в этом направлении.

В НПП «Нелак» разработана и изготовлена модульная антенна накачки низкочастотного параметрического профилографа (рис. 2).



Рис. 2. Модульная антенна низкочастотного параметрического профилографа

В состав антенны накачки параметрического профилографа с центральной частотой накачки 30 кГц входит 800 пьезоэлементов с излучающей поверхностью 80x8 мм. Зазоры между излучающими поверхностями преобразователей составляют 5 мм и 2 мм. Разностные (рабочие) частоты антенны 0,2–5 кГц при постоянной характеристике направленности 3x3 градуса. При этом размеры антенны 0,8x1,2 м. Конструктивной особенностью антенны является разбиение ее на 10 отдельных модулей, что позволяет повысить ее надежность и упростить технологию производства и установки на судно. Отдельный модуль, показанный на рис. 3, представляет собой двухканальную антенную решетку. Преобразователи в каждом модуле соединены в 20 каналов (10 каналов НЧ и 10 каналов ВЧ), тем самым антенна разбита на 200 каналов (по 100 на каждую частоту накачки), что позволяет электронно стабилизировать луч при качке судна.

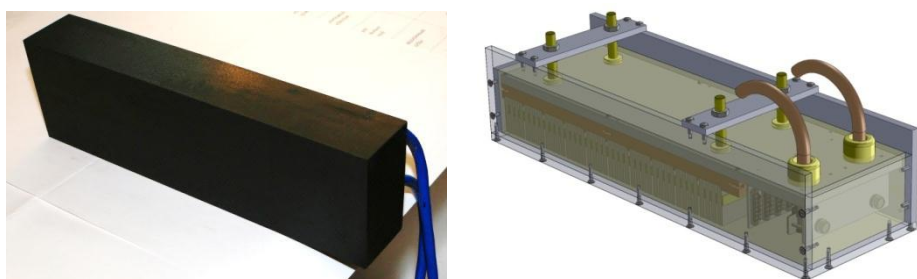


Рис. 3. Модуль антенны низкочастотного параметрического профилографа

В рамках экспериментальных исследований характеристик антенны накачки были проведены лабораторные исследования направленных свойств отдельных модулей антенны в измерительном гидроакустическом бассейне. На рис. 4 показаны экспериментально измеренные характеристики направленности отдельного модуля антенны в широкой и узкой плоскости, соответственно.

Анализ результатов экспериментальных исследований модулей антенны показал, что учет конструктивных и технологических особенностей акустической аппаратуры позволяет получить идентичные и стабильные характеристики антенны накачки низкочастотного параметрического профилографа в целом.

Применение такой конструкции позволяет упростить перевозку и установку антенны накачки, а также позволяет использовать данные модули для создания других акустических систем, например, антенны низкочастотного ГБО.

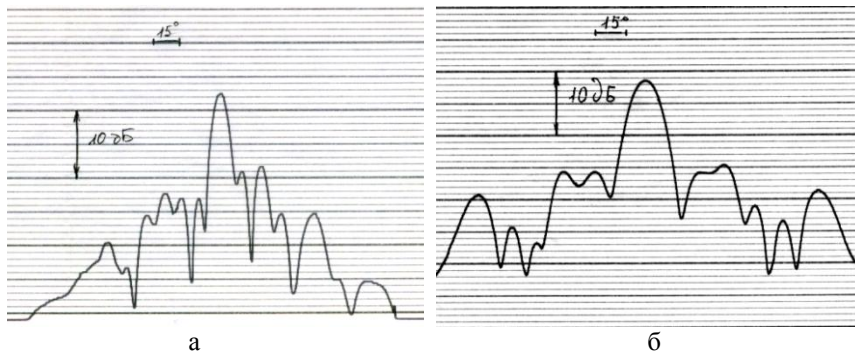


Рис. 4. Характеристики направленности модуля антенны в широкой плоскости (а) и узкой плоскости (б)

Модульный принцип построения широко применяется НПП «Нелак» и при производстве антенных систем интерферометрических гидролокаторов бокового обзора. Интерферометрические гидролокаторы бокового обзора (ИГБО) позволяют одновременно получать батиметрию и высококачественное акустическое изображение дна, причем батиметрия и акустическое изображение дна полностью совмещаются. ИГБО позволяет выполнять все функции ГБО, дополнительно имея функцию построения рельефа (картирования дна) за счет вторичной обработки получаемой информации при площадной съемке. Антенная система набирается из приемопередаточной антенны и двух и более приемных антенн ГБО (рис. 5). Такой принцип построения, помимо улучшения обтекания и уменьшения габаритов и массы, позволяет модифицировать систему, изменяя межосевые расстояния и количество каналов (антенн).



Рис. 5. Антенные системы интерферометрических ГБО

Гидролокатор бокового обзора целесообразно использовать при экологическом мониторинге водоемов. На рис. 6 представлена эхограмма дна в районе набережной р. Дон в городе Ростове-на-Дону полученная с помощью ИГБО с рабочей частотой 290 кГц. На эхограмме (рис. 6) видно скопление мусора (автомобильные покрышки, куски арматуры и др. строительный мусор).

На каф. ЭГА и МТ при поддержке МНТЦ разработана и изготовлена система усилителей мощности низкочастотного параметрического гидролокатора. Система состоит из 24 усилителей мощностью 10 кВт каждый работающих на частоте 20 кГц (рис. 7). Усилители собраны в четыре стойки в нижней части каждой стойки, имеется коммутационная коробка с элементами согласования усилителей с антенной. Применение данной конструкции повышает надежность системы и ускоряет процесс ремонта и обеспечивает хорошую вентиляцию.

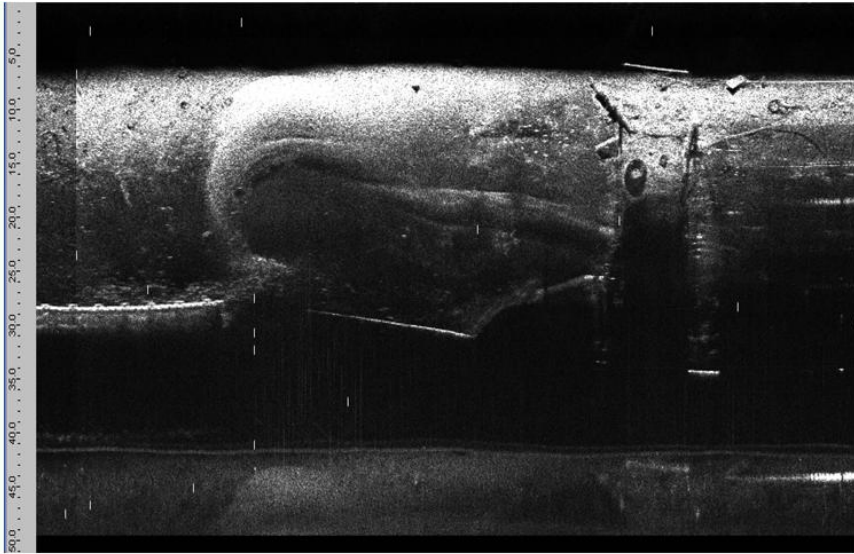


Рис. 6. Эхограмма дна в районе набережной р. Дон



Рис. 7. Стойка усилителей низкочастотной параметрической системы

Характеристики одного блока усилителя:

- ◆ Количество каналов усиления 1;
- ◆ Выходная мощность 10 кВт;
- ◆ Номинальная нагрузка 5 Ом;
- ◆ Регулировка выходной мощности 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 от номинальной;
- ◆ Напряжение питания 220В переменного тока 50 Гц;
- ◆ Пиковый ток зарядки конденсаторов 10А (первичный ток зарядки накопителя);
- ◆ Верхняя рабочая частота 40 КГц;
- ◆ Нижняя рабочая частота 17.5 КГц;
- ◆ Скол при длительности 50 мс не более 10%;
- ◆ Уровень входного сигнала 0-5В \pm 20%
- ◆ Вес усилителя 15 кг.

На каф. ЭГА и МТ разработаны и изготовлены акустические модули фазированных антенных систем (рис. 8). Из разработанных модулей можно собирать фазированные антенные решетки различных гидроакустических систем (многолучевых эхолотов, впередсмотрящих локаторов и т.д.). Каждый модуль имеет восемь приемоизлучающих каналов.

Уникальностью данных модулей является то, что они работают на двух частотах (60 и 300 кГц).

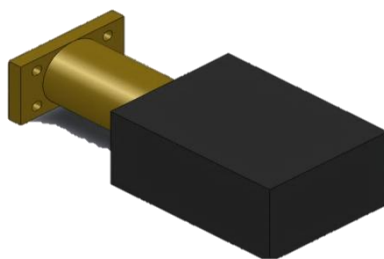


Рис. 8. Антенный модуль

Совместно с НКТБ «Пьезоприбор» ЮФУ и НКТБ ЦОС ЮФУ на базе акустических модулей фазированных антенных систем созданы модули фазированных систем с электронным блоком в моноблочном исполнении (рис.9).

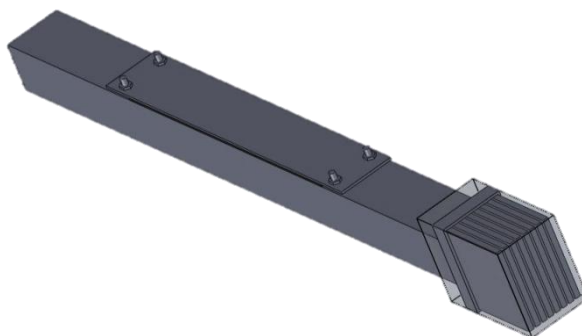


Рис. 9. Модуль фазированной антенной решетки

Уникальность данной разработки заключается в том, что модули являются оконченными устройствами, из которых набирается необходимая гидроакустическая станция (начиная от двухчастотных эхолотов (один модуль) и заканчивая многолучевыми эхолотами, впередсмотрящими локаторами и др. многоканальными системами).

При проектировании модульных акустических систем возникает ряд трудностей. Одна из таких трудностей – это необходимость расположения элементарных каналов модуля на расстоянии порядка $\frac{1}{2} \lambda$, что трудно выдержать на стыке модулей.

Подводя итог, можно сделать вывод, что применение модульного принципа построения при производстве гидроакустической техники весьма актуальная задача, так как позволяет создавать «гибкие» адаптивные системы из универсальных модулей, которые легко могут перестраиваться и модернизироваться. А на современном уровне развития электроники и производственной базы изготовление универсальных моделей предпочтительнее и экономически выгоднее.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кобяков Ю.С., Кудрявцев Н.Н., Тимошенко В.И. Конструирование гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры. – Л.: Судостроение, 1986. – 287 с.
2. Орлов Л.В., Шабров А.А. Гидроакустическая аппаратура рыбопромыслового флота. – Л.: Судостроение, 1987. – 222 с.
3. Воронин В.А., Ходотов А.В., Скняря А.В., Тарасов С.П., Трусилов В.Т. Использование гидролокатора бокового обзора со сложным сигналом для экологического мониторинга дна и инженерных подводных сооружений // Известия ТРТУ. – 2004. – № 5 (40). – С. 80-82.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.И. Бутенко.

Пивнев Петр Петрович – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail pivnev@mail.ru; 347928, г. Таганрог, ГСП 17А, пер. Некрасовский, 44, корп. «Е»; тел.: 88634371795; кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; доцент.

Pivnev Peter Petrovich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail pivnev@mail.ru; 44, Nekrasovsky, building E, Taganrog, GSP 17A, 347928, Russia; phone: +78634371795; the department of hydroacoustics and medical engineering; associate professor.

УДК 534.222.2

А.В. Воронин, В.А. Воронин

**ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ ГИБКАЯ ПРОТЯЖЕННАЯ ПРИЕМНАЯ
АНТЕННА ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОФИЛОГРАФА ДОННЫХ
ОСАДКОВ**

Для приема низкочастотных волн разностной частоты необходима отдельная антенна, так как излучающая параметрическая антенна необратима и не может работать в режиме приема. В работе предлагается использование гибкой протяженной антенны на основе волновода в виде гибкого шланга с заполнением любой жидкостью, в том числе и забортной водой, для создания приемной антенны параметрического профилографа с синхронным с излучающей антенной поворотом луча. Рассматривается распространение акустических колебаний в круглом волноводе. Рассмотрены схемы обработки сигналов путем использования фазового детектора.

Параметрический профилограф; антенна накачки; взаимодействие акустических волн.

A.V. Voronin, V.A. Voronin

**THE HYDROACOUSTIC FLEXIBLE EXTENDED RECEPTION ARRAY
FOR PARAMETRICAL PROFILER SUBBOTTOM DEPOSITS**

The separate aerial as the radiating parametrical aerial is irreversible is necessary for reception of low-frequency waves differential frequencies and cannot work in a reception mode. In work use of the flexible extended aerial on the basis of a wave guide in the form of a flexible hose with filling with any liquid, including outside water, for creation of the reception aerial parametrical profiler with synchronous with the radiating aerial beam turn is offered. Distribution of acoustic fluctuations to a round wave guide is considered. Schemes of processing of signals by use of the phase detector are considered.

Parametrical profiler; the pump array; interaction of acoustic waves.