

Ю.Я. Кокорин, А.М. Мальцев

### Методы формирования эквидистантной антенной решетки для сферической гидроакустической антенны

*В статье приводится описание и сравнение различных методов равномерного размещения гидроакустических преобразователей на корпусе сферической антенны. Обсуждаются математические критерии равномерности размещения преобразователей и их связь с гидроакустическими свойствами сферических антенных решеток.*

*Ключевые слова: сферическая антенная решетка, расположение точек на сфере, минимум энергии системы точек на сфере, гидролокатор кругового обзора.*

Kokorin J.J., Maltsev A.M.

### Methods of formation of equidistant array for spherical sonar antenna

*In the article the description and comparison of various methods of sonar transducers uniform arrangement on spherical array housing are presented. Mathematical criteria of uniformity of transducers arrangement and their relationship with hydroacoustic properties of spherical arrays are discussed.*

*Key words: spherical array, arrangement of points on sphere, minimum of energy of system of points on sphere, scanning sonar.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент GB2422744. Гидроакустическая антенна и гидролокатор кругового обзора, опубликован 02.08.2006, МПК H04R1/44.
2. Патент FR 2709909. Гидроакустическая антенна со сферическим корпусом опубликован 17.03.1995, МПК H04R1/44.
3. JANE'S Underwater Warfare Systems 2007–2008 // juws.janes.com.10.02.2012.
4. HiPAP 500. High precision acoustic positioning system, 2003.
5. Воскресенский Д.И. и др. Выпуклые сканирующие антенны. М.: Советское радио, 1978.
6. Josefsson L., Persson P. Conformal array antenna. Theory and design, 2006.
7. Андреев Н.Н., Юдин В.А. Экстремальные расположения точек на сфере // Труды Математического института им. В. А. Стеклова РАН. 1997. Т. 219. С. 27–31.
8. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Фуллерены>. 10.02.2012
9. Bendito E., Carmona A., Encinas A.M., Gesto J.M. Estimation of Fekete points, 2011.
10. Altschuler E.W. et al. Possible global minimum lattice configurations for Thomson's problem of charges on a sphere // Physical Review Letters 78. 1997. 2681–2685.
11. Leopardi P. Distributing points on a sphere: partitions, separation, quadrature and energy, 2007.
12. Rakhmanov E.A., Saff E.B., Zhou Y.M. Minimal discrete energy on the sphere, 1994.
13. Saff E.B., Kuijlaars A.B. Distributing many points on a sphere, 1997.
14. Смаришев М.Д. Направленность гидроакустических антенн. Л.: Судостроение, 1973.

*Кокорин Юрий Яковлевич, канд. техн. наук, ОАО «Концерн «Океанприбор».*

*Мальцев Александр Михайлович, науч. сотрудник ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812) 499-75-89.*

*Kokorin Yury Yakovlevich, Ph.D., JSC "Concern "Oceanpribor".*

*Maltsev Alexander Mihajlovich, research engineer JSC "Concern "Oceanpribor". Contacts (812) 499-75-89.*

В.Б. Жуков

### Поле плоской круглой антенны

*Рассмотрен вопрос о поле в ближней зоне и зоне Френеля плоского круглого поршня, расположенного в бесконечном жестком экране. Получено аналитическое решение.*

*Ключевые слова: гидроакустическая антенна, поле излучения, ближняя зона, зона Френеля.*

Zhukov V.B.

### Field of flat circular antenna

*Problem of field in near zone and Fresnel zone of a flat circular piston placed in infinite rigid baffle is considered. Analytical decision is received.*

*Key words: sonar array, radiation field, near zone, Fresnel zone.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ржевкин С.Н. Курс лекций по теории звука. М.: Изд-во МГУ, 1960.
2. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М.: Физматгиз, 1963.
3. Анго А. Математика для электро и радиоинженеров. М.: Физматгиз, 1967.
4. Ватсон Г.Н. Теория Бесселевых функций. М.: Изд-во иностр. лит., 1949.

Жуков Владислав Борисович, доктор техн. наук, профессор, начальник Учебно-методического центра ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812) 499-75-68. E-mail: vladislav\_jukov @ mail.ru

Zhukov Vladislav Borisovich, Dr., professor, chief of Educational Centre of JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-75-68. E-mail: vladislav\_jukov @ mail.ru

Ю.П. Подгайский, И.А. Соскунова

### **Оценка эффективности алгоритма адаптации, основанного на критерии максимума правдоподобия**

*Статья посвящена вопросам оценки эффективности адаптивной обработки при приеме смеси сигнала и помехи. Приводятся аналитические выражения для расчетов выходного эффекта через интенсивность принимаемого сигнала. Рассмотрены различные варианты зависимости интенсивности принимаемого сигнала от разных типов целей: торпеда, подводная лодка, надводный корабль.*

*Ключевые слова: адаптивная обработка, эффективность системы, интенсивность сигнала, эффективная полоса приема, шумопеленгатор.*

Podgajskij J.P., Soskunova I.A.

### **Efficiency estimation of adaptation algorithm, based on criterion of maximum likelihood**

*The article deals with problems of estimation of adaptive processing efficiency at reception of signal and noise composition. Analytical expressions for calculations of output effect via received signal intensity are presented. Various variants of dependence of received signal intensity on different types of targets - torpedo, submarine, surface ship - are considered.*

*Key words: adaptive processing, system effectiveness, signal intensity, effective reception band, passive sonar.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Урик Р.Д. Основы гидроакустики. Л.: Судостроение, 1978.
2. Подгайский Ю.П. Об оптимизации пространственно-временной обработки акустических сигналов в адаптивной системе // Вопросы судостроения. Серия «Общетехническая». 1980. Вып. 52.
3. Клячкин В.И., Подгайский Ю.П. Алгоритмы адаптации в пассивных трактах гидроакустических комплексов. По данным отеч. и зарубеж. печати за 1979–1987 гг. Обзор. Л.: ЦНИИ «Румб». 1990. 64 с.
4. Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. М.: Радио и связь. 1981.
5. Оппенгейм Э. Применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1980.
6. Подгайский Ю.П. Повышение эффективности шумопеленгатора с весовым суммированием сигналов элементов антенной решетки, адаптирующегося к шумам судоходства. Дис. .... канд. техн. наук. Л.: ЛНПО «Океанприбор», 1983.

*Подгайский Юрий Павлович, канд. техн. наук, научный сотрудник ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812)499-74-14. Соскунова Ирина Александровна, инженер 1-й кат. ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812)499-74-21.*

*Podgajsky Yury Pavlovich, Ph.D., research engineer, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-74-14. Soskunova Irina Aleksandrovna, engineer, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-74-21.*

И.В. Матвеева, Е.Л. Шейнман

### **Прогноз определения координат цели на основе информации от различных систем наблюдения**

*Анализируются алгоритмы определения координат объектов в заданный момент времени и прогноза времени обнаружения при заданной дистанции до объекта с учетом различных исходных данных о текущих координатах объекта. Эффективность алгоритмов оценивалась по критериям систематических и среднеквадратических погрешностей прогноза оценок координат.*

*Ключевые слова: прогноз параметров движения объекта, среднеквадратическая погрешность, систематическая погрешность.*

Matveeva I.V., Sheinman E.L.

### **Prediction of target position based on information from various observing systems**

*Algorithms of extrapolation of object position in the set time interval and prediction of acquisition time at the set distance to object taking into account various initial data on current object coordinates are analyzed. Efficiency of algorithms was estimated by criteria of systematic and mean square errors of prediction of coordinate estimations.*

*Keywords: prediction of object motion parameters, mean square error, systematic error.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969.
2. Шейнман Е.Л. Анализ алгоритмов идентификации сигналов и оценки дистанции объектов, обнаруженных в разнесенных системах наблюдения // 8 Междунар. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» ГА-2006. СПб., 2006.
3. Шейнман Е.Л., Волгин А.В. Идентификация местоположения объекта в заданной области // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2011. Вып. 14. С. 74–79.

4. Марковская Э.М., Нерославский Б.Л. Методы определения координат и параметров равномерного движения непрямолинейно движущихся целей в режиме гидролокации // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2009. Вып. 9. С. 23–33.
5. Марковская Э.М., Нерославский Б.Л. Методы определения координат и параметров движения целей с осциллирующим курсом в режиме гидролокации//Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2009. Вып. 9. С. 52–59.
6. Марковская Э.М., Нерославский Б.Л. Методы определения координат и параметров движения произвольно движущихся целей при активной гидролокации//Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2009. Вып. 10. С. 41–48.
7. Марковская Э.М., Нерославский Б.Л. Методы определения координат и параметров движения произвольно движущихся целей в режиме шумопеленгования с двух разнесенных приемников //Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2011. Вып. 13. С. 71–83.

*Матвеева Ирина Валерьевна, инженерОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт.тел. (812) 499-74-81.*

*Шейнман Елена Львовна, канд. техн. наук, доцент, вед. научн. сотр. ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812) 499-74-81.*

*E-mail: [bell.sunny@yandex.ru](mailto:bell.sunny@yandex.ru).*

*Matveeva Irina Valerievna, Engineer. JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812)499-74-81.*

*Sheinman Elena, L.PhD, assistant professor, leading scientific worker, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts.(812)499-74-81*

*E-mail:bell.sunny@yandex.ru*

**Е.В. Винник, Г.М. Глебова**

### **Модификация метода Прони для обработки сигналов, принимаемых векторно – скалярной антенной**

*В работе предлагается модификация метода Прони для обработки сигналов, принимаемых векторно-скалярной антенной. Актуальность рассматриваемой задачи связана с техническими достижениями в области конструирования и создания векторных приемников, измеряющих колебательную скорость частиц. Исследуется метод при работе на фоне динамического шума моря, векторно-скалярные характеристики которого отличаются от скалярных характеристик и имеют целый ряд несвойственных скалярному полю параметров. Исследование модифицированного метода Прони, осуществляющего оценку параметров локального источника (угловых координат и мощности), выполняется на основе компьютерного моделирования. Поскольку характеристики векторно-скалярного шумового поля изучены не в полной мере, то одной из основных составляющих имитационного программного комплекса является блок моделирования векторно-скалярной шумовой составляющей, обусловленной взволнованной поверхностью моря, на фоне которой ведется прием полезного сигнала. Сравнительный анализ показал, что погрешности оценки параметров локального источника с использованием векторно-скалярной антенны намного меньше, чем при использовании скалярной антенны, что особенно важно при низких отношениях сигнал/помеха на входе приемной системы.*

*Ключевые слова: метод Прони, векторно-скалярная антенна.*

**Vinnik E.V., Glebova G.M.**

### **Modification of proni method for processing of signals received by vector – scalar antenna**

*Modification of Proni method for processing of signals received by vector-scalar antenna is offered. Urgency of the considered problem is connected with technical achievements in the area of design and creation of vector receivers measuring oscillatory speed of particles. The method is investigated at work against dynamic noise of the sea which vector-scalar characteristics differ from scalar characteristics and have number of parameters unusual for a scalar field. Research of the modified Proni method carrying out estimation of local source (angular coordinates and strength) parameters is carried out on the basis of computer modelling. As vector-scalar noise field characteristics are not thoroughly studied, one of the basic components of imitating software is block of modelling of vector-scalar noise component caused by ruffle sea surface against which reception of desired signal is conducted. Comparative analysis has shown that the error of local source parameter estimation with the use of vector-scalar antennais less, than at use of scalar antenna, which is especially important at low signal/noise ratio on receiving system input.*

*Key words: Proni method, vector-scalar antenna.*

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гольденберг Л.М., Кловский Д.Д. Метод приема импульсных сигналов, основанный на использовании вычислительных машин // Труды учебных институтов связи. 1959. Вып.7.С.10–16.
2. Sussman S.M. A matched filter communication system for multipath channels // IEEE Trans. IT. 6. N 3. June 1960.
3. КранцВ.З., Сечин В.В. Использование информационных символов для синхронизации системы связи со сложными сигналами // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2012. Вып. № 15.С. 36–41.
4. Шендеров Е.Л. О помехоустойчивости антенны, состоящей из приемников звукового давления и приемников колебательной скорости // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2002. Вып. № 3. С. 24–40.
5. Кловский Д.Д. Помехоустойчивость оптимального поэлементного приема в канале с межсимвольной интерференцией и обратной связью по решениям // Адаптивные системы связи: Сборник научных трудов учебных институтов связи. Л.: ЛЭИС, 1989. С. 3–10.
6. Кловский Д.Д. Оценка помехоустойчивости простого корреляционного приема двоичных противоположных сигналов в канале с МСИ при наличии обратной связи по решению // Сборник научных трудов учебных заведений связи. № 151, 1990.

7. Голубев А.Г. Повышение эффективности системы первичной временной обработки гидролокационных сигналов в условиях многолучевого канала со случайно изменяющимися параметрами.

Дис. ... канд. техн. наук. Л.: ЦНИИ «Морфизприбор», 1982. 195 с.

*Vinnik Elena Vladimirovna, аспирант НИИ физики ЮФУ. Контакт. тел. 8-938-111-87-04.*

*Glebova Galina Mihajlovna, канд. техн. наук, старший научный сотр. НИИ физики ЮФУ. Контакт. тел. 8-904-345-00-50.*

*Vinnik Elena Vladimirovna, post-graduate student of Research Institute of Physics SFU. Contacts 8-938-111-87-04.*

*Glebova Galina Mihajlovna, Ph.D., senior scientist, research Institute of Physics SFU. Contacts 8-904-345-00-50.*

А.А. Волкова, М.Н. Никулин

### **Интервал времени наблюдения, необходимый для оценивания параметра «величина изменения сигнала» с целью классификации источника**

*Рассмотрена погрешность оценки классификационного параметра «величина изменения сигнала».*

*Предложена формула для расчета интервала времени, необходимого для оценивания классификационного параметра с заданным качеством.*

*Ключевые слова: шумопеленгование, величина изменения сигнала, погрешность оценки, время наблюдения.*

Volkova A.A., Nikulin M.N

### **Interval of observation time, necessary for estimation of parameter « signal variation value » for source classification**

*Estimation error of classification parameter «signal variation value» is considered. Formula for calculation of time interval necessary for classification parameter estimation with set quality is offered.*

*Key words: passive listening, signal variation value, estimation error, observation time.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Консон А.Д., Лукичев В.Ю., Гаврилов А.Ф., Дымент А.Б. Пути и перспективы развития интегрированных систем боевого управления // Морская радиоэлектроника. 2012. № 3(41). С. 8–11
2. Евтютов А.П., Митько В.Б. Примеры инженерных расчетов в гидроакустике. Л.: Судостроение, 1981.
3. Хортон Дж. У. Основы гидролокации / Пер. с англ. Л.: Судпромгиз, 1961.
4. Эльясберг П.Е. Измерительная информация: сколько ее нужно? как ее обрабатывать? М.: Наука, 1983.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1984.
6. Справочник по гидроакустике / А.П. Евтютов, А.Е. Колесников, Е.А. Корепин и др. Л.: Судостроение, 1988.
7. Голубев А.Г. Алгоритм оценки координат шумящего объекта в системе пассивной гидролокации // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2009. № 1(3). С. 47–56.
8. Брага Ю.А., Машошин А.И. Точности измерения отношения сигнал/помеха и мощности сигнала на выходе шумопеленгатора // Судостроительная промышленность. Серия Акустика. 1986. № 8. С. 61–65.

*Волкова Анна Александровна, канд. техн. наук, ведущий специалист ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812) 499-74-54.*

*Никулин Максим Николаевич, начальник сектора ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812)-499-75-98.*

*Volkova Anna Aleksandrovna, Ph.D., leading specialist, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-74-54.*

*Nikulin Maksim Nikolaevich, chief of department, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812)-499-75-98.*

А.Г. Голубев, П.А. Молчанов

### **Методика анализа помехоустойчивости декодирования данных, передаваемых через многолучевой канал**

*Получены соотношения для расчета вероятностных характеристик декодирования сигналов системы передачи данных при многолучевом распространении. Анализируется известная «система с испытательным импульсом и предсказанием» с простым кодированием (т.е. без применения кодов, исправляющих ошибки), в которой совокупность процедур сигнальной временной обработки имеет структуру двухступенчатого корреляционного приемника. Анализ производится с учетом погрешностей оценивания импульсной реакции канала, обусловленных конечным отношением сигнал/шум. Приводятся примеры расчетов по предлагаемой методике.*

*Ключевые слова: данные, многолучевой канал, импульсная реакция, замирания, декодирование, вероятность ошибки.*

Golubev A.G., Molchanov P.A.

### **Analysis of noise immunity of decoding of data transferred on multipath channel**

*Relations for calculation of probabilistic characteristics of decoding of data transmission system signals at multipath propagation are received. Known «system with test pulse and prediction» with simple coding (i.e. without application of debugging codes) in which set of procedures of signal time processing has structure of two-level correlation receiver is analyzed. The analysis is made taking into account errors of estimation of channel pulse response, conditioned by final signal/noise ratio. Examples of calculations with the use of offered technique are presented.*

*Key words: data, multipath channel, pulse response, fading, decoding, error probability.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гольденберг Л.М., Кловский Д.Д. Метод приема импульсных сигналов, основанный на использовании вычислительных машин // Труды учебных институтов связи. 1959. Вып.7.С.10–16.
2. Sussman S.M. A matched filter communication system for multipath channels // IEEE Trans. IT. 6. N 3. June 1960.
3. Кранц В.З., Сечин В.В. Использование информационных символов для синхронизации системы связи со сложными сигналами // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2012. Вып. № 15.С. 36–41.
4. Шендеров Е.Л. О помехоустойчивости антенны, состоящей из приемников звукового давления и приемников колебательной скорости // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2002. Вып. № 3. С. 24–40.
5. Кловский Д.Д. Помехоустойчивость оптимального поэлементного приема в канале с межсимвольной интерференцией и обратной связью по решениям // Адаптивные системы связи: Сборник научных трудов учебных институтов связи. Л.: ЛЭИС, 1989. С. 3–10.
6. Кловский Д.Д. Оценка помехоустойчивости простого корреляционного приема двоичных противоположных сигналов в канале с МСИ при наличии обратной связи по решению // Сборник научных трудов учебных заведений связи. № 151, 1990.
7. Голубев А.Г. Повышение эффективности системы первичной временной обработки гидролокационных сигналов в условиях многолучевого канала со случайно изменяющимися параметрами. Дис. ... канд. техн. наук. Л.: ЦНИИ «Морфизприбор», 1982. 195 с.

*Голубев Анатолий Геннадиевич, д-р техн. наук, зам. генерального директора ОАО «Камчатский гидрофизический институт» по научной работе. Контакт. тел. +7-911-756 60 38 или (812) 682 04 84.*

*Молчанов Павел Александрович, канд. физ.-мат. наук, начальник отдела комплексного проектирования ОАО «Камчатский гидрофизический институт». Контакт. тел. (812) 455 34 03*

*Golubev Anatoly Gennadievich, Dr., deputy general director on scientific work, JSC «Kamchatka Hydrophysical Institute». Contacts +7 911 756 60 38 or (812) 682 04 84.*

*Molchanov Pavel Aleksandrovich, Ph.D., chief of concurrent engineering department JSC «Kamchatka Hydrophysical Institute». Contacts. (812) 455 34 03.*

**К.П. ЛЬВОВ**

### **Оценивание затухания звука в морской среде при близком к вертикальному излучению и приему эхосигналов**

*Рассматриваются случаи вертикального или близкого к вертикали распространения звука, имеющие место в навигационно - гидрографических и рыбопоисковых приборах с рабочими частотами более 10...15 кГц. Оценивание коэффициента затухания производится по соотношениям, зависящим от частоты, температуры, солености и гидростатического давления. Коэффициенты на каждом стандартном горизонте глубины определяются с использованием гидрологических данных по Мировому океану WOA01 с сеткой в 0.25 градуса. Оценивание потерь на трассе распространения производится методом кусочно-линейной аппроксимации. Приводятся примеры для различных точек Мирового океана.*

*Ключевые слова: коэффициент затухания, частота, температура, соленость, гидростатическое давление, WOA01.*

Lvov K.P.

### **Estimation of sound attenuation in marine environment at close to vertical radiation and echo signal reception**

*Cases of vertical or close to vertical sound distribution, which takes place in navigation - hydrographic and fish-finding devices with operating frequencies more than 10 ... 15 kHz, are considered. Estimation of attenuation coefficient is made on relations depending on frequency, temperature, salinity and hydrostatic pressure. Coefficients on each standard depth horizon are determined with the use of accessible hydrological dataset on Oceans WOA01 with a grid of 0.25 degrees. Estimation of losses on distribution path is made by method of piecewise -linear approximation. Examples for various points of Oceans are resulted.*

*Key words: attenuation coefficient, frequency, temperature, salinity, hydrostatic pressure, WOA01.*

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника. СПб.: Наука, 2004.
2. Вадов Р. А. Поглощение и затухание низкочастотного звука в морской среде // Акустический журнал. 2000. Т. 46, № 5. С. 624–631.
3. Вадов Р.А. Низкочастотная релаксация и затухание звука в морской среде // Акустика океана. Доклады VIII школы-семинара акад. Л.М. Бреховских. М.: ГЕОС, 2000.С. 40–43.
4. <http://resource.npl.co.uk/acoustics/techguides/seaabsorption/> 02.07.2014.
5. <http://www.nodc.noaa.gov/02.07.2014>.
6. Peter M. Saunders. Practical Conversion of Pressure to Depth // Journal of Physical Oceanography. 1981. V.11, N 4. P.573–574.
7. Фирсов Ю.Г. Основы гидроакустики и использования гидрографических сонаров. СПб.: Нестор-История, 2010.
8. Woodward B, Forsythe W. and Hole S. Estimating Backscattering Strength for a Correlation Log // IEEE Journal of Oceanic Engineering. 1994. V.19, N 3. P.476–483.

9. Серебряный А.Н. ADCP как мощный инструмент акустической океанологии : опыт десяти лет исследований на шельфе российских морей // Акустика океана. Доклады XIV школы-семинара акад. Л.М. Бреховских. М.:ГЕОС, 2013. С. 231–236.
10. Львов К.П. Компенсация погрешности смещения в доплеровских океанических профилометрах и лагах // Труды 10 Междунар. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». СПб, 2010.
11. Лисс А.Р., Рыжиков А.В. Системы и средства обработки сигналов в гидроакустике. Этапы развития // Научно-техн. сб. Гидроакустика. Вып. 19(1). 2014. С. 5–12.

Львов Константин Петрович, ведущий инженер-программист ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812)-4997422.  
E-mail: [k.lwow@mail.ru](mailto:k.lwow@mail.ru).

Lvov Konstantin Petrovich, leading programming engineer, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812)-4997422.  
E-mail: [k.lwow@mail.ru](mailto:k.lwow@mail.ru).

Н.С. Каришнева Г.Н. Кузнецов, А.А. Луньков

### **Обнаружение малошумного источника сигнала и оценка его координат в мелком море с использованием скалярной или векторно-скалярной антенн и согласованной фильтрации**

Выполняется сравнение эффективности обнаружения и оценки пеленга, дальности и глубины малошумной цели с использованием идентичных полуцилиндрических антенн – скалярной антенны (СА) и векторно-скалярной антенны (ВСА) с трех- или четырехкомпонентными приемниками. Показано, что ВСА обнаруживает цель и оценивает ее координаты при отношении сигнал/помеха на 5–6 дБ меньшем чем СА. Установлено, что разработанный алгоритм оценки параметров, использующий частотно-пространственные зависимости интерференционных максимумов, дает устойчивые оценки дальности и глубины, в том числе при умеренной неопределенности параметров волновода вдоль трассы распространения сигналов.

Ключевые слова: векторно-скалярная антенна, обнаружение, оценка пеленга, дальности, глубины и приведенной шумности широкополосного источника, помехоустойчивость.

Karishnev N.S., Kuznetsov G.H., Lunikov A.A.

### **Detection of low-noise signal source and estimation of its coordinates in shallow sea using scalar or vector-scalar antennas and matched filtering**

Comparison of efficiency of detection and estimation of quiet target bearing, range and depth with the use of identical semicylindrical antennas – scalar antenna (SA) and vector-scalar antenna (VSA) with three- or four-component receivers is carried out. It is shown that VSA detects target and estimates its coordinates at signal/noise ratio 5–6 dB smaller than SA. It is found out that the developed algorithm of parameter estimation using frequency-space dependences of interference maxima, gives steady estimations of range and depth, including cases of moderate uncertainty of waveguide parameters along signal propagation path.

Keywords: vector-scalar antenna, detection, estimation of bearing, range, depth and reduced noisiness of broadband source, noise immunity.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника: состояние и актуальные проблемы. СПб.: Наука, 2004. 410 с.
2. Baggeroer A.B., Kuperman W.A., Mikhalevsky P.N. An overview of matched-field methods in ocean acoustics // IEEE J. Ocean Eng. 1993. V. 18, N4. P. 401–424.
3. Katsnelson B., Petnikov V., Lynch J. Fundamentals of Shallow Water Acoustics. N.Y., Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 2012. 540 p.
4. Capon J. High resolution frequency wavenumber spectrum analysis // Proc. IEEE. 1969. V. 57, N8. P. 1408–1418.
5. Daugherty J.R., Lynch J.F. Surface wave, internal wave, and source motion effects on matched field processing in a shallow water waveguide // J. Acoust. Soc. Am. 1990. V. 87, N3. P. 2503–2526.
6. Friedlander B. A sensitivity analysis of the MUSIC algorithm // IEEE Trans. Acoust. SpeechSign. Proc. 1990. V. 38, N 10. P. 1740–1751.
7. Кузнецов Г.Н., Лебедев О.В. О возможности применения модели с эквивалентной плоской волной для повышения точности пеленгования низкочастотных сигналов в мелком море // Акуст. журн. 2012. Т. 58, № 5. С. 628–638.
8. Аверьянов А.В., Глебова Г.М., Кузнецов Г.Н. Экспериментальное исследование характеристик направленности векторно-скалярной антенны // Акуст. журн. 2011. Т. 57, № 5. С. 681–694.
9. Глебова Г.М., Кузнецов Г.Н., Шимко О.Е. Векторно-скалярные шумовые поля, образованные взволнованной морской поверхностью // Акуст. журн. 2013. Т. 59, № 4. С. 508–519.
10. Аверьянов А.В., Глебова Г.М., Кузнецов Г.Н., Смирнов Н.М. Экспериментальная оценка пространственных координат источника шумового сигнала // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2013. Вып. 17(1). С. 54–60.
11. Кацнельсон Б.Г., Петников В.Г. Акустика мелкого моря. М.: Наука, 1997. 197 с.
12. Пирсон В.Дж. Ветровые волны / Пер. с англ. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1962. С. 42–124.
13. Гришман Г.Д., Смаришев М.Д. Направленность суперкардиоидного приемника // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2009. Вып. 10. С. 16–25.

14. Смаришев М.Д. Отклик мультипликативного комбинированного приемника на источник помех ближнего поля // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2007. Вып. 7.
15. Смаришев М.Д. Коэффициент концентрации линейных антенн, состоящих из комбинированных приемников // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2008. Вып. 8.
16. Урик Р.Дж. Основы гидроакустики. Л.: Судостроение, 1978. 445 с.

*Каришев Николай Сергеевич, начальник отдела «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812) 235-27-02. E-mail: nkarishnev@yandex.ru.*

*Кузнецов Геннадий Николаевич, канд. физ.-мат. наук, профессор, начальник СКБ «Морские технологии» НЦВИ ИОФ РАН. Контакт. тел. (499) 256-17-90. E-mail: skbmortex@mail.ru.*

*Луньков Андрей Александрович, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник НЦВИ ИОФ РАН. Контакт. тел. (499) 503-83-84.*

*Karishnev Nikolay Sergeevich, chief of department, "Concern "Okeanpribor". Contacts. (812) 235-27-02, E-mail: nkarishnev@yandex.ru.*

*Kuznetsov Gennadiy Nikolaevich, Ph.D., professor, chief of Special Design Bureau «Marine Technologies» NTSVI IOF RAS. Contacts. (499) 256-17-90. E-mail: skbmortex@mail.ru.*

*Lunkov Andrey Aleksandrovich, Ph.D., research engineer, NTSVI IOF RAS. Contacts (499) 503-83-84.*

**Г.О.Райко Ю.А.Павловский, В.С.Мельканович**

### **Технология программирования многопроцессорной обработки гидроакустических сигналов на вычислительных устройствах семейства «комдив»**

*Для поддержки разработки программ цифровой обработки сигналов (ЦОС), предназначенных для выполнения на многопроцессорных вычислительных комплексах, функционирующих на базе отечественных сигнальных процессоров семейства «Комдив», создана библиотека параллельной обработки сигналов (ПОС), обеспечивающая унификацию обменов распределенными многомерными объектами данных. Комплекс утилит «Мастер» предоставляет пользователю графический интерфейс для создания и редактирования объектов библиотеки ПОС с учётом специфики многопользовательской разработки ПО ЦОС.*

*Ключевые слова: сигнальные процессоры, мультипроцессорное программирование, генерация программного кода.*

**Rajko G.O., Pavlovskij J.A., Melkanovich V.S.**

### **Technology of programming of multiprocessor processing of hydroacoustic signals on "komdiv" computer set**

*Library of parallel signal processing (PSP), providing unification of exchange of distributed multidimensional data objects is created to support working out of programs of digital signal processing (DSP), intended for realization on multiprocessor computer systems functioning on the basis of domestic signaling processors of "Komdiv" set. Utility set "Master" provides user with graphic interface for creation and editing of PSP library objects taking into account specificity of the multiuser design of DSP software.*

*Key words: signaling processors, multiprocessor programming, program code generation.*

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Лисс А.Р., Рыжиков А.В., Перспективные отечественные вычислительные средства для цифровых вычислительных комплексов гидроакустических систем // Труды 10 Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» СПб. 2012. Стр. 151–154.
2. Фридл Дж. Регулярные выражения, 3-е изд. / Пер. с англ. СПб.: Символ\_Плюс, 2008.

*Райко Глеб Олегович, начальник сектора НИИ СИ РАН. Контакт.тел. (495)719-78-29.*

*Павловский Юрий Андреевич, ведущий математик ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт.тел. (812)499-75-60.*

*Мельканович Виктор Сергеевич, канд. техн.наук, начальник сектора ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812)499-75-60.*

*Rajko Gleb Olegovich, chief of department of Research Institute CI of RAS. Contacts. (495) 719-78-29.*

*Pavlovskiy Yury Andreevich, leading mathematician of JSC "Concern "Oceanpribor". Contacts (812) 499-75-60.*

*Melkanovich Victor Sergeevich, Ph.D., chief of department, JSC "Concern "Oceanpribor". Contacts (812) 499-75-60.*

**В.А. Александров, К.К.Никитин, А.И. Рыбаков**

### **Алгоритмы и методики разработки, расчета и последующего проектирования трансформаторов радиоэлектронной аппаратуры**

*Наиболее полно проработана теория и методы расчета «силовых» трансформаторов, предназначенных для передачи электроэнергии (не информационных сигналов) с учетом решения рассмотренных в данной статье задач. Развита методика оптимизации трансформаторов, например по массогабаритным параметрам (в условиях заданного перегрева), по материалоемкости, по ценовым показателям и т.п.*

*Ключевые слова: трансформатор, гальваническая развязка, гидроакустические устройства.*

**Aleksandrov V.A., Nikitin K.K., Rybakov A.I.**

### **Algorithms and techniques of working out, calculation and subsequent designing of transformers of radio-electronic equipment**

*Theory and methods of calculation of "power" transformers intended for transfer of electric power (not information signals) taking into account decision of the problems, considered in this article, is most fully studied. Methods of transformer*

optimization, for example on mass and dimensions parameters (in the conditions of the set overheating), on materials consumption, on price etc. are developed.

*Key words: transformer, galvanic separation, hydroacoustic devices.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Куневич А., Максимова А. Магнитомягкие материалы для современной силовой электроники // Электроника НТБ. 2008. № 4.
- 2 Ферч Мартин. Нанокристаллические материалы сердечников для проектов современной силовой электроники. GmbH: MAGNETEC, 2002.
- 3 Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2005.
- 4 Бальян Р.Х., Обрусник В.П. Оптимальное проектирование силовых высокочастотных ферромагнитных устройств. Томск. Изд-во Том. ун-та, 1987. С.168.
- 5 Бальян Р.Х. Трансформаторы для радиоэлектроники. М.: Сов. радио, 1971. С.60, 483–484.
- 6 Цыкин Г.С. Трансформаторы низкой частоты. М.: Связьиздат, 1955. С.249, 369.

*Александров Владимир Александрович, канд. техн. наук, начальник научно-исследовательской лаборатории ОАО «Концерн Океанприбор». Конт. тел. (812)499-75-75.*

*Никитин Константин Константинович, д-р. техн. наук, профессор, начальник научно-исследовательского отделения ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)235-83-07.*

*Рыбаков Алексей Игоревич, инженер НИИС-562 ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-75-75.*

*Aleksandrov Vladimir Aleksandrovich, Ph.D., chief of Research Laboratory, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-75-75.*

*Nikitin Konstantin Konstantinovich, Dr., professor, chief of research department, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 235-83-07.*

*Rybakov Alexey Igorevich, engineer НИИС-562 JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-75-75.*

**В.В. Колесниченко, И.С. Школьников, А.Л. Шутов**

### **Эффективность применения пачечных и одиночных зондирующих сигналов гидролокатора**

*Анализируется эффективность применения пачечных и одиночных зондирующих сигналов в гидролокаторе при различных решающих правилах обнаружения цели. Показано, что пачечный сигнал при прочих равных условиях проигрывает одиночному сигналу в случае применения правил с использованием кумулятивной вероятности. Рассчитана эффективность различных зондирующих сигналов как функции числа сигналов в пачке и параметров решающих правил.*

*Ключевые слова: пачечный частотно-разнесенный сигнал, канал со случайными параметрами, решающие правила обнаружения цели, режим «частых посылок», библиотека зондирующих сигналов*

**Kolesnichenko V.V, Shkolnikov J.S., Shutov A.L.**

### **Efficiency of application of sonar packet and single probing signals**

*Efficiency of application of packet and single probing signals in a sonar at various decision rules of target detection is analyzed. It is shown that packet signal is worse than single signal with other things being equal in case of application of rules with the use of cumulative probability. Efficiency of various probing signals as functions of number of signals in a packet and parameters of decision rules is calculated.*

*Keywords: packet frequency-diversed signal, channel with random parameters, decision rules of target detection, "frequent probing" mode, library of probing signals.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вишин Г.М. Многочастотная радиолокация. М.: Изд. МО СССР. 1973.
2. Заездный А.М. Основы расчетов по статистической радиотехнике. М.: Связь. 1969.
3. Лезин Ю.С. Введение в теорию и технику радиотехнических систем. М.: Радио и связь. 1986.
4. Сташкевич А.П. Акустика моря. Л.: Судостроение. 1966.
5. Теоретические основы радиолокации / Под ред. Я.Д. Ширмана. М.: Сов. радио. 1970.

*Колесниченко Вадим Владимирович, инж. 1 кат. ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. Тел. (812)499-74-81.*

*Школьников Иосиф Соломонович, д-р техн. наук, начальник сектора ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-74-81.*

*Шутов Александр Леонидович, инж. 3 кат. ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-74-81.*

*Kolesnichenko Vadim Vladimirovich., engineer, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812) 499-74-81.*

*Shkolnikov Joseph Solomonovich, Dr., chief of department, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812) 499-74-81.*

*Shutov Alexander Leonidovich, engineer, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812) 499-74-81.*

**Ю.Я. Кокорин, В.А. Попов, С.А. Федоров**

### **Из истории использования гидроакустических средств для обеспечения подледного мореплавания подводных лодок**

**Kokorin J.J., Popov V.A, Fedorov S.A.**

### **On the history of using sonar means for submarine navigation under the ice**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Половинкин В.Н., Фомичев А.Б. РУССКИЙ СЕВЕР. СПб.: АИР, 2013.



2. Летопись Российского флота. От зарождения мореходства в древнерусском государстве до начала XXI века. Т.2. 1901–1945 гг. СПб.: Наука, 2012.
3. Осадчий А. Как поделить Северный Ледовитый океан? Наука и жизнь, № 2, 2008.
4. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника: состояние и актуальные проблемы. СПб.: Наука, 2005.
5. Реданский В.Г. Во льдах и подо льдами (Тайные операции подводных флотов). Москва.: Вече, 2004.
6. Железняков А.Б. Арктика: очень холодная война // Газета «Секретные материалы». 2007. № 4(208).
7. Апальков Ю.В. Подводные лодки ВМФ СССР. СПб.: Галея Принт, 2006.

*Кокорин Юрий Яковлевич, канд. техн. наук.*

*Попов Владимир Александрович, канд. техн. наук, начальник отдела ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812) 499-75-92, 235-40-10.*

*Федоров Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, доцент, начальник сектора ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812) 237-15-04.*

*Kokorin Yuriy Yakovlevich, Ph.D.*

*Popov Vladimir Aleksandrovich, Ph.D., chief of department, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-75-92, 235-40-10.*

*Fedorov Sergey Alekseevich, Ph.D., senior lecturer, chief of department, JSC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 237-15-04.*

Н.С. Каришнеv, В.А. Попов, И.А. Селезнев

**Памяти Михаила Николаевича Волженского**

Karishnev N.S., Popov V.A., Seleznev I.A