

Б.Н. Ненашев, С.А. Смирнов

Гидроакустическое вооружение ВМС США.

Новый подход к проектированию, поддержанию работоспособности и модернизации

В обзоре рассмотрены основные положения и результаты развернутой в ВМС США программы создания, поддержания работоспособности и модернизации гидроакустического вооружения подводных лодок (программа ARCI COTS), направленной на обеспечение высокого уровня ТТХ на протяжении всего жизненного цикла гидроакустического вооружения за счет применения современной элементной базы и программных продуктов при резком сокращении стоимости работ.

Ключевые слова: гидроакустическое вооружение, COTS-технологии, уменьшение стоимости, высокий уровень ТТХ, коммерческая элементная база и программные продукты, конкурентоспособность российских гидроакустических систем.

Nenashev B.N., Smirnov S.A.

Sonar Equipment of the USA Navy.

The New Approach to Designing, Operability Maintenance and Modernization

In the review fundamentals and results of developed in the USA Navy program of production, operability maintenance and modernization of submarine sonar equipment (program ARCI COTS), intended on maintenance of high level of sonar equipment performance characteristics throughout all life cycle due to application of modern element base and software products at axe of cost of works are considered.

Keywords: sonar equipment, COTS-technologies, cost reduction, high level of performance characteristics, commercial element base and software products, competitiveness of Russian sonar systems.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Г.Гуэртин, Р.В.Миллер. АРСИ – верный путь к превосходству в подводной войне // *Naval Engineers Journal*. March 1998. С.21–33
2. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника. СПб.: Наука, 2005. 410 с.
3. Рейсон П. Применение COTS-компонентов в жестких условиях эксплуатации // Мир компьютерной автоматизации. Декабрь 2008.
4. Дайджест зарубежной прессы по вопросам кораблестроения. Вып.2. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1992. 58 с.
5. Дайджест зарубежной прессы по вопросам кораблестроения. Вып.3. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1992. 60 с.
6. Дайджест зарубежной прессы по вопросам кораблестроения. Вып.6. СПб.: Элмор, 1993. 50 с.
7. Дайджест зарубежной прессы по вопросам кораблестроения. Вып.8. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1994. 79 с.
8. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.17. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1997. 96 с.
9. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.22. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 1999. 76 с.
10. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.27/28. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2001. 112 с.
11. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.29. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2001. 106 с.
12. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.32/33. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2003. 124 с.
13. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.39. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2005. 141 с.
14. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.40. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2005. 142 с.
15. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.43. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2006. 92 с.
16. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.55. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2009. 131 с.
17. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.56. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2010. 116 с.
18. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.57. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2010. 127 с.
19. Дайджест зарубежной прессы. ВМС и кораблестроение. Вып.62. СПб.: ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, 2011. 133 с.

М.Д. Смарышев

Рассеяние звука цилиндром с переменным импедансом

В плосковолновом приближении получены выражения, позволяющие определять поле, рассеянное в обратном направлении цилиндром с переменным импедансом поверхности. Приведен пример расчета увеличения силы цели цилиндра, облицованного поглощающим покрытием, при размещении на части его поверхности отражающих конструкций.

Ключевые слова: рассеяние звука, сила цели, локационное отражение.

Smaryshev M. D.

Sound Scattering by Cylinder with Variable Impedance

In plane wave approximation the expressions, allowing to determine field, backscattered by cylinder with variable surface impedance, are received. The example of calculation of increase in target strength of cylinder with absorbing coating at placing reflecting elements on part of its surface is given.

Keywords: sound scattering, target strength, location reflexion.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гутин Л.Я. Избранные труды. Л.: Судостроение, 1977.
2. Тюрин А.М. Теоретическая акустика. Л.: Военно-морская академия, 1971.
3. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. Л.: Судостроение, 1972.
4. Ионов А.В., Майоров В.С. Гидролокационные характеристики подводных объектов.

СПб.: ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.И. Крылова», 2011.

5. Смарышев М.Д. Направленность гидроакустических антенн. Л.: Судостроение, 1979.

6. Глазнов В.Е. Приложение к справочнику «Акустические экраны». Ч. 2. СПб.: ОАО «Концерн «Океанприбор», 2010.

Смарышев Михаил Дмитриевич, д-р техн. наук, профессор, начальник сектора ОАО «Концерн «Океанприбор».
Конт. тел. (812) 499-74-11.

В.Б. Жуков, В.Д. Зубов

О Чебышевской аппроксимации характеристики направленности дуговой антенной решетки

Рассмотрен возможный подход к задаче наилучшей равномерной аппроксимации характеристики направленности дуговой антенной решетки с использованием полиномов Чебышева.

Ключевые слова: характеристика направленности, наилучшая равномерная аппроксимация, дуговая антенная решетка.

Zhukov V. B., Zubov V. D.

On Chebyshev Approximation of Arc Array Directivity Pattern

Possible approach to a problem of the best uniform approximation of arc array directivity pattern with the use of Chebyshev polynomials is considered.

Keywords: directivity pattern, the best uniform approximation, arc array.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Смарышев М. Д. Направленность гидроакустических антенн. Л.: Судостроение, 1973. 250 с.
- 2 Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 768 с.
- 3 Марпл– мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: М.: Мир, 1990. 584 с.

Жуков Владислав Борисович, доктор техн. наук, профессор, начальник Учебно-методического центра ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт тел. (812) 499-75-68.

Зубов Виталий Дмитриевич, инженер I кат. ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812) 499-74-10.

Ю.Ю. Добровольский, А.А. Патракеева

Сравнительная оценка эффективности ряда вариантов объемных гидроакустических цилиндрических антенн

Рассматриваются антенны, которые образованы приемными решетками, располагаемыми на боковых поверхностях концентрических цилиндров. Оценивается зависимость значений их коэффициента концентрации от количества цилиндров, их диаметров, а также геометрических соотношений.

Ключевые слова: гидроакустическая объемная антенна, коэффициент концентрации.

Dobrovolskij J.J., Patrakeeva A.A.

Comparative Efficiency Estimation of Some Variants of Volume Cylindrical Sonar Arrays

Antennas which are formed of receiving arrays placed on lateral surfaces of coaxial cylinders are considered. Dependence of their directivity factor values on quantity of cylinders, their diameters, and also geometrical proportions is estimated.

Keywords: volume sonar array, directivity factor.

ЛИТЕРАТУРА

1. Patent US 6233202B1, 2001
2. Waite A.D. Sonar for Practising Engineers. Third Edition. John Wiley & Sons, LTD, 2002.
3. Р.А.Асланов, А.Г.Голубев О качестве пространственной фильтрации при использовании однослойной и двухслойной цилиндрических антенн // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2011. Вып.14(2).
4. Смарышев М.Д., Добровольский Ю.Ю. Гидроакустические антенны. Л.: Судостроение, 1984.

*Добровольский Юрий Юрьевич, канд. техн. наук, вед. научн. сотр. ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел.(812)499-74-11
Патракеева Анна Александровна, инж. 1 кат. ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел.(812)499-74-11*

Н.В. Сорокина, Л.П. Ткаченко

Исследования макетов пьезопленочных приемников

Проведенные исследования показали перспективность создания гидроакустических приемников на основе пьезополимерных пленок ПВДФ.

Ключевые слова: ПВДФ, пьезопленка, гидроакустические приемники

Sorokina N.V., Tkachenko L.P.

Research of Piezoelectric Film Receiver Breadboard Models

The research carried out have shown that creation of sonar receivers based on polyvinylidene fluoride (PVDF) piezoelectric films is promising.

Keywords: PVDF, piezoelectric films, sonar receivers

ЛИТЕРАТУРА

1. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника. Состояние и актуальные проблемы. СПб.: Наука, 2004.
2. Gupta V.L., Abraham Th. Expanding use of piezoelectric ceramics // Marine technology reporter. 2011. Vol. 54, N 4. P.28–36
3. Попков В.И., Безъязычный В.В., Курбатов А.И., Орлов А.А., Трошин А.Г. Пьезотензодатчики многократного применения: основы проектирования и методы калибровки // Техническая акустика. 1999. Т.V, Вып.1–2. С.78–85.
4. Holden A. Flexural disk hydrophone using polyvinylidene fluoride (PVDF) piezoelectric film//J.Acoust.Soc.Am. 1983. Vol. 73, N 5. P. 1858–1862.
5. Rickett D. Model for a compliant tube polymer hydrophone // J.Acoust.Soc.Am. 1986. Vol. 79, N 5. P.1603–1609.
6. Lee H., Cooper R, Wang K, Laing H. Nano-scale characterization of a piezoelectric polymer (polyvinylidene difluoride, PVDF) // Sensors.2008. N 8. P.7359–7368
7. Zhang Y, Zhang X., Elliott S.J. Numerical and experimental investigations of actuating characteristics of laminated polyvinylidene fluoride actuator used on paraboloidal shells // J. Sound and Vibr. 2012. 331, N 3. P.510–521.
8. Голямина И.П., Пирогов В.А., Расторгуев Д.Л., Суриков Б.С. Ультразвуковые излучатели на основе пьезополимерной плёнки для воздушной среды // Акуст.ж. 2012. Т. 58. С.200–205.
9. Takahashi S. Properties and characteristics of P(VDF/TrFE) transducers manufactured by a solution casting method for use in the MHz-range ultrasound in air // Ultrasonics. 2012. 52, N 3. P.422–426.
10. Гладилин А.В. Протяженные гидроакустические кабельные антенны малого диаметра на основе эластичных пьезоматериалов // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова. 2009. Вып.45. С.205–213.
11. Piezo film sensors. Technical manual.// www.msusa.com /11.07.2007.
12. Gallantree H. R. Ultrasonic application of PVDF transducers // The Marconi review. 1982. First quarter. P.49–64.
13. Moffett V., Rickett D., Butler J. The effect of electrode stiffness on the piezoelectric and elastic constants of a piezoelectric bar // J.Acoust.Soc.Am. 1988. Vol.83, N 2. P.805–811.
14. Справочник по гидроакустике/А.П.Евтютов, А. Е.Колесников, Е.А.Корепин и др. Л.:Судостроение,1988.

*Ткаченко Людмила Петровна, бывший ведущий инженер ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812)499-75-41
Сорокина Надежда Васильевна, ведущий инженер ОАО «Концерн «Океанприбор», канд. физ.-мат. наук. Контакт. тел. (812) 499-75-41*

Г.М. Глебова, О.Е. Шимко

Анализ разрешающей способности одиночного векторно–скалярного гидроакустического модуля

Возросшие технические возможности позволили создать гидроакустические приемные элементы, которые способны измерять не только скалярную, но и векторную компоненту акустического поля. Особый интерес вызывает исследование пространственной разрешающей способности одиночного векторно–скалярного приемника. Как правило, анализ разрешающей способности по направлению выполняется для алгоритма, основанного на измерении двух ортогональных компонент потока мощности, которые ориентированы в горизонтальной плоскости.

В данной работе показана возможность формирования пространственных спектров со стандартным и высоким разрешением при обработке сигналов от одиночного векторно-скалярного приемника. Приводятся результаты моделирования и обработки экспериментальных данных. Анализируется разрешающая способность различных методов в зависимости от отношения сигнал/помеха.

Ключевые слова: гидроакустический приемник, пеленг, пространственные спектры, методы обнаружения.

Glebova G. M., Shimko O. E.

Analysis of Single Vector-Scalar Module Resolution

The enhanced technical feasibilities have allowed to create sonar receiving elements which are capable to measure not only scalar, but also vector component of acoustic field. Research of spatial resolution of the single vector-scalar receiver is of a special interest. As a rule, analysis of resolution in direction is carried out for the algorithm based on measurement of two power flow orthogonal components which are focused in a horizontal plane. In the given work possibility of formation of spatial spectra with standard and high resolution at processing of signals from the single vector-scalar receiver is shown. Results of modelling and processing of experimental data are presented. Resolution of various methods depending on signal/noise ratio is analyzed.

Keywords: sonar receiver, bearing, spatial spectra, detection methods.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордиенко В.А. Векторно-фазовые методы в акустике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 480с.
2. Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления М.: Наука, 1984.
3. Pisarenko V.F. The retrieval of harmonics from a covariance function // Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 1973.
4. Glebova G.M., Kuznetsov G.N. Estimating parameters of signal sources and characteristics of noise field by using partially separated vector scalar modules // The Formation of Acoustical Fields in Oceanic Waveguides, construction of Inhomogeneities in Shallow Water, V. 1. N. Novgorod: Inst. Appl. Phys, 1998.
5. Capon J. High resolution frequency wavenumber spectrum analysis // Proc. IEEE. Aug. 1969. V. 57, N 8. P.1408–1418.
6. Захаров Л.Н., Киршов В.А., Рожин Ф.В. Пространственно-корреляционные функции компонент колебательной скорости для двух моделей звукового поля // Акустический журнал. 1972. Т.18, №1. С.49–52.

Глебова Галина Михайловна, канд. техн. наук, с.н.с. НИИ физики ЮФУ, тел. 8-904-345-00-50

Шимко Ольга Евгеньевна, аспирант ЮГИНФО ЮФУ, м.н.с. НИИ физики ЮФУ, тел. 8-903-470-60-23.

Е.Б.Либенсон, Т.Б. Стреленко

Влияние ошибок оценки параметров эхосигналов при различных гидроакустических условиях на ошибки определения глубины объекта

В ряде задач прикладной гидроакустики необходимо производить определение глубины погружения обнаруженных объектов. В статье приведены результаты исследования влияния величины фактора фокусировки на ошибки оценки глубины объекта. Получены зависимости ошибок оценки глубины объекта от дистанции до объекта при различных гидроакустических условиях.

Ключевые слова: активный гидролокатор, глубина объекта, фактор фокусировки

Libenson E.B., Strelenko T.B.

Influence of Errors of Echo Signal Parameter Estimation Under Various Sonar Conditions on Errors of Object Depth Determination

In a number of tasks of applied hydroacoustics it is necessary to determine detected objects depth. In the article results of research of focusing factor value influence on errors of object depth estimation are resulted. Dependences of errors of object depth estimation on distance to object are received under various sonar conditions.

Keywords: active sonar, object depth, focusing factor

ЛИТЕРАТУРА

1. Сташкевич А.П. Акустика моря. Л.: Судостроение, 1966. 354 с.
2. Комляков В.А. Корабельные средства измерения скорости звука и моделирование полей в океане. СПб.: Наука, 2003. 356 с.
3. Стреленко Т.Б. Ошибки измерения глубины цели активным гидролокатором / Научно-техн. сб. Гидроакустика. Вып.12(2) СПб.: Наука, 2010. С.78–83.
4. Бреховских Л.М., Лысанов Ю.П. Теоретические основы акустики океана. М.: Наука, 2007. 370 с.
5. Кытманова Ю.В. К вопросу о точности оценки глубины подводного объекта / Материалы региональной научно-техн. конф. с международным участием «Кораблестроительное образование и наука». Т.2. СПб.: СПбГМТУ, 2005. С.348–353.

Либенсон Евгений Берович, канд. техн. наук, вед.научный сотрудник ОАО «Концерн «Океанприбор», Контакт.тел. (812) 499-74-50

Стреленко Татьяна Борисовна, канд. техн. наук, зам. нач. научно-исследовательского сектора ОАО «Концерн «Океанприбор», Контакт.тел. (812) 499-74-50

А.В. Аверьянов, Г.М. Глебова, Г.Н. Кузнецов, Н.М.Смирнов

Экспериментальная оценка пространственных координат источника шумового сигнала

Представлены результаты обработки экспериментальных данных по оценке трех пространственных координат источника шумовых сигналов с использованием векторно-скалярной антенны. Анализируются пространственные спектры на выходе приемной системы при обработке сигналов методами, имеющими различную разрешающую способность и согласованными с законом распространения сигнала в волноводе. Эксперимент проводился в мелководном бассейне. Показано, что векторно-скалярная антенна (ВСА) подавляет сигнал, приходящий по «зеркальному» лепестку и обладает однонаправленностью приема. Согласованные алгоритмы обработки сигналов от ВСА позволяют однозначно определить все три пространственные координаты широкополосного источника в пассивном режиме.

Ключевые слова: векторно-скалярная антенна, пассивный режим, оценка расстояния, направления (курсового угла) и глубины источников, методы высокого разрешения, волновод, многолучевость, согласованная фильтрация, пространственные спектры.

Averjanov A.V., Glebov G. M., Kuznetsov G.N., Smirnov N.M.

Experimental Estimation of Noise Signal Source Spatial Coordinates

Results of processing of experimental data on estimation of three spatial coordinates of a noise signal source with the use of vector-scalar antenna are presented. Spatial spectra on the receiving system output are analyzed at signal processing by the methods with various resolution and matched with the law of signal propagation in a wave guide. The experiment was carried out in shallow pool. It is shown, that vector-scalar antenna (VSA) suppresses a signal coming over a "mirror" lobe and has a unidirectional reception. Matched processing algorithms of VSA signals makes it possible to unambiguously determine all three spatial coordinates of a broadband source in a passive mode.

Keywords: vector-scalar antenna, passive mode, estimation of source distance, direction (relative bearing) and depth, methods with high resolution, wave guide, multipath, matched filtration, spatial spectra.

ЛИТЕРАТУРА

1. Capon J. High resolution frequency wavenumber spectrum analysis // Proc. IEEE. Aug. 1969. V. 57, N 8. P. 1408–1418.
2. Pisarenko V.F. The retrieval of harmonics from a covariance function // Geophys. J. Roy. Astron. Soc. 1973. V. 33. P. 347–366.
3. Roy R., Paulraj A., Kailath T. ESPRIT – a subspace rotation approach to estimation of parameter of cisoids in noise // IEEE, Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing. Oct. 1986. V. 34. P. 1340–1342.
4. Tolstoy A. Matched Field Processing for Underwater Acoustics, World Scientific, Singapore, 1993.
5. Mann III J.A., Tichy J., Romano A.J. Instantaneous and time-averaged energy transfer in acoustic field // JASA. July 1987. V. 82, N 1. P. 17–30.
6. Гордиенко В.А. Векторно-фазовые методы в акустике. М.: Физматлит, 2007. 480 с.
7. Гришман Г.Д., Смаришев М.Д. Направленность суперкардиоидного приемника // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2009. Вып.10. С.16–25.
8. Клячкин В.И. Поточковый алгоритм обработки векторно-фазовых акустических полей // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2004. Вып. 5
9. Glebova G.M., Kuznetsov G.N. Estimating parameters of signal sources and characteristics of noise field by using spatially separated vector-scalar modules. The Formation of Acoustical Fields in Oceanic Waveguides, Reconstruction of Inhomogeneities in Shallow Water, Nizhny Novgorod: Inst. Appl. Phys. 1998. V. 1. P. 109.
10. Смаришев М.Д. Отклик мультипликативного комбинированного приемника на источник помех ближнего поля // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2007. Вып. 7..
11. Смаришев М.Д. Коэффициент концентрации линейных антенн, состоящих из комбинированных приемников // Научно-техн. сб. Гидроакустика. 2008. Вып. 8
12. Hawkes M., Nehorai A. Acoustic vector-sensor beamforming and Capon direction estimation // IEEE Transactions on Signal Processing. Sep. 1998. V. 46. N 9. P. 2291–2304.
13. Wong K.T., Zoltowski M.D. Closed-form underwater acoustic direction-finding with arbitrarily spaced vector hydrophones at unknown locations // IEEE Journal of Oceanic Engineering. Oct. 1997. V. 22, N 4. P. 649–658.
14. Wong K.T., Zoltowski M.D. Root-MUSIC-based azimuth-elevation angle-of-arrival estimation with uniformly spaced but arbitrarily oriented velocity hydrophones // IEEE Transactions on Signal Processing. Dec. 1999. V. 47, N 12. P. 3250–3260.
15. Wong K.T., Zoltowski M.D. Self-initiating MUSIC-based direction finding in underwater acoustic particle velocity-field beamspace // IEEE Journal of Oceanic Engineering. Apr. 2000. V. 25, N 2. P. 262–273.
16. Nagananda K.G., Anand G.V. Subspace intersection method of high-resolution bearing estimation in shallow ocean using acoustic vector sensors // Signal Processing. Jan. 2010. V. 90, N 1. P. 105–118.

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

Вопросы точности определения координат и параметров движения цели в режимах моно - и мультистатической активной гидролокации

Статья посвящена вопросам расчетов и точности определения координат цели, особенностям учета эффекта Доплера при моно- и мультистатическом режимах активной гидролокации. Приводятся формульные выражения для расчетов дальности, точности выработки координат в указанных режимах, расчета сдвига несущей частоты зондирующих сигналов вследствие эффекта Доплера. Рассмотрены различные варианты построения мультистатической системы.

Ключевые слова: точность определения координат, моностатическая активная гидролокация, мультистатическая активная гидролокация, эффект Доплера, гидроакустический комплекс.

Kolesnichenko V.V., Soskunova I.A., Shkolnikov I.S., Shutov A.L.

Problems of Accuracy of Target Coordinates and Motion Parametres determination in a Mono - and Multistatic Active Mode

Article is devoted to the problem of calculations and accuracy of target coordinates determination, features of taking into account of Doppler effect in mono- and multistatic active modes. Formulations for calculations of range, accuracy of coordinates determination in the specified modes, calculation of probing signal carrier frequency shift due to Doppler effect are resulted. Several variants of multistatic system construction are considered.

Keywords: accuracy of coordinates determination, monostatic active echo ranging, multistatic active echo ranging, Doppler effect, sonar system.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баулин В., Кондратьев В. Реализация концепции «сетевая война» в ВМС США // Зарубежное военное обозрение. № 6. 2009. С. 61–67.
2. От низкочастотной гидролокации к сетевым подводным средствам обнаружения ПЛ // Дайджест зарубежной прессы. Вып. 37,38. 2004. С. 90–92.
3. Гуткин Л.С. Теория оптимальных методов радиоприема при флуктуационных помехах. М.: Сов. радио, 1972.
4. Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. М.: Радио и связь. 1981.
5. Аверьянов В.Я. Разнесенные радиолокационные станции и системы. Минск: Наука и техника, 1978.
6. Сайбель А.Г. Основы теории точности радиотехнических методов местоопределения. М.: Оборонгиз, 1958.
7. Басин Ю.А., Школьников И.С. Эффект Доплера в бистатическом гидролокаторе // Судостроительная промышленность. Серия «Акустика». Научно-техн. сб. 1987. Вып.11. С. 29–31.

Колесниченко Вадим Владимирович, инж. 2 кат. ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-74-81.

Соскунова Ирина Александровна, инж. 1-й кат. ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-74-21.

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.

Е.Л. Шейнман

Распознавание объектов в интегрированной системе подводного наблюдения, объединяющей информацию группы разнородных средств

Разработана алгоритмическая структура решения задач распознавания объектов в интегрированной системе подводного наблюдения, объединяющей информацию группы разнородных средств, основанная на использовании методов искусственного интеллекта. Разработанная структура и методы принятия решений могут быть использованы в многоканальных интегрированных системах обработки гидроакустической информации, в том числе построенных по сетевому принципу.

Ключевые слова: распознавание объектов, интегрированная сетевая система подводного наблюдения, искусственный интеллект, гидроакустические системы, гибридные экспертные решающие алгоритмы. Shejnman E.L.

Object Detection in Integrated System of Underwater Surveillance, Uniting Information from a Group of Diverse Means

Algorithmic structure of solving object detection problems in an integrated system of underwater surveillance uniting the information from a group of diverse means based on the use of methods of artificial intellect is developed. Developed structure and decision-making methods can be used in multichannel integrated systems of sonar information processing, including those constructed according to network-centric principle.

Keywords: object detection, integrated network-centric system of underwater surveillance, artificial intellect, sonar systems, hybrid expert solving algorithms.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миркин Б. Г. Проблема группового выбора. М.: Наука, Гл. ред. Физ.-мат. л-ры, 1974.

2. Деза Е.И., Деза М. М. Энциклопедический словарь расстояний. М.: Наука, 2008.
3. Жандаров А.М. Идентификация и фильтрация измерений состояния стохастических систем. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. л-ры, 1979.
4. Селезнев В.А., Янпольская А.А. Сравнительный анализ различных способов идентификации трасс. //Труды. 11-й Всерос. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики», 2012.
- Шейнман Е.Л. Анализ различных вариантов структуры и алгоритмов комплексирования информации в перспективных ГАК // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. Вып.6. СПб.: Наука, 2006
5. Шейнман Е.Л. Анализ различных вариантов структуры и алгоритмов комплексирования информации в перспективных ГАК // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. Вып.6. СПб.: Наука, 2006 Хагабанов С.М., Шейнман Е.Л. Алгоритмическая структура интеграции информации в многоканальных интегрированных системах наблюдения // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. Вып.9. СПб.: Наука, 2009.
6. Шейнман Е.Л., Ануфриева Е.А. Анализ эффективности алгоритмов голосования при распознавании морских объектов в многоканальных информационных системах. // Труды. 6-й Межд. конф. и выставки по морским интеллектуальным технологиям. «МОРИНТЕХ». СПб. 2005.
7. Шейнман Е.Л. Анализ эффективности алгоритмов группового выбора при многоклассовом распознавании морских объектов // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. Вып.12. СПб.: Наука, 2010.
8. Шейнман Е.Л., Янпольская А.А. Идентификация излучателя короткоимпульсных сигналов по эталонной базе параметров //Сб. докладов III Междунар. конф. по морским интеллектуальным технологиям «МОРИНТЕКС». СПб. 1998.
9. Шейнман Е.Л. Анализ эффективности идентификации источников звука по эталонным базам данных параметров сигнала // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. Вып.7. СПб.: Наука, 2007.
10. Шейнман Е.Л. Некоторые методы классификации в многоканальных системах // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. Вып. 2. СПб.: Наука, 2000.

*Шейнман Елена Львовна, канд. техн. наук, доцент, вед. научн. сотр. ОАО «Концерн «Океанприбор»
Конт. тел. (812) 499-74-81. E-mail: bell.sunny@yandex.ru.*

И.С. Школьников, А.Д. Яковлев

Зондирующие сигналы современных гидролокаторов

В статье рассматриваются вопросы оптимизации параметров зондирующих сигналов современных гидролокаторов: вид внутримпульсной модуляции сложного сигнала, число сигналов в посылке, длительность сигналов, и др. применительно к задачам, решаемым гидролокатором (поиск и обнаружение, выработки координат, классификация обнаруженных целей), и типу гидрологических условий.

Ключевые слова: зондирующий сигнал, тональный сигнал, сложный сигнал, сигнал с гиперболической частотной модуляцией, пачечный зондирующий сигнал, коррелятор, точность определения координат.

Shkolnikov I.S., Jakovlev A.D.

Probing Signals of Modern Sonars

In the article problems of optimization of modern sonar probing signal parameters are considered: kinds of intrapulse modulation of a complex signal, number of signals in a packet, duration of signals, etc. with reference to the problems solved by a sonar (search and detection, determination of coordinates, detected target classification), and to the type of hydrological conditions.

Keywords: probing signal, tone signal, complex signal, signal with hyperbolic frequency modulation, pulse packet probing signal, correlator, accuracy of coordinate determination.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника. СПб.:Наука, 2004.
2. 50 лет ЦНИИ «Морфизприбор». СПб.:ЦНИИ «Морфизприбор», 1999.
3. Чернов Л.А. Распространение волн в среде со случайными неоднородностями. М.:АН СССР, 1958.
4. Вишин Г.М. Многочастотная радиолокация. М.: Изд-во МО, 1973.
5. Голев К.В. Расчет дальности действия радиолокационных станций. М.:Сов. радио, 1962.
6. Голубев А.Г., Школьников И.С. и др. Способ акустического зондирования. Авт. свид. №184625. СССР. 02.03.1983.
7. Зарайский В.А., Тюрин А.М. Теория гидролокации. Л.:Военно-морская орденов Ленина и Ушакова академия, 1975.
8. Лезин Ю.С. Введение в теорию и технику радиотехнических систем. М.: Радио и связь, 1986.

*Школьников Иосиф Соломонович, д-р техн. наук, нач. сектора ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-74-81.
Яковлев Александр Дмитриевич, старший научный сотрудник, ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-74-33.*

М.Б. Ицыксон, Ю.П.Подгайский

Адаптивная обработка многолучевых сигналов В задачах обнаружения

Адаптивная обработка многолучевого сигнала связана с применением адаптации к помехе морской среды и методов декорреляции, например, пространственного сглаживания, которые уменьшают потери сигнала от

воздействия межлучевой корреляции. Потери помехоустойчивости рассматриваются в виде оценки изменения коэффициента помехоустойчивости при изотропном поле помех – коэффициента концентрации адаптивной системы при пространственном сглаживании сигнала.

Ключевые слова: декорреляция, многолучевые сигналы, пространственное сглаживание, межлучевая корреляция, коэффициент концентрации, изотропная помеха.

Itsykson M. B, Podgajskij J.P.

Adaptive Processing of Multibeam Signals in Detection Problems

Adaptive processing of multibeam signals is connected with application of adaptation to the sea environment noise and decorrelation methods, for example, spatial smoothing which reduce signal losses due to the influence of interbeam correlation. Noise stability losses are considered in the form of estimation of noise stability factor change at isotropic noise field – directivity factor of adaptive system at signal spatial smoothing.

Keywords: decorrelation, multibeam signals, spatial smoothing, interbeam correlation, directivity factor, isotropic noise.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клячкин В.И., Подгайский Ю.П. Адаптивная обработка многолучевых сигналов в задачах обнаружения и оценивания: по данным отеч. и зарубеж. печати за 1980–1990 гг. Обзор. Л.: ЦНИИ «Румб», 1991.

2. Bryn F. Optimum structures of sonar systems employing spatially distributed receiving elements // Proc. NATO Advanced Study Institute on signal processing with Emphasis on Under-Water Acoustics. Vol.2. The Netherlands. 1968. Paper 30.

3. Левин Б.Р. Статистическая радиотехника. Т.1. М.: Сов. радио, 1974.

4. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маргочев О.И. Интегралы и ряды. М.:Наука, 1981.

5. Ицыксон М.Б., Подгайский Ю.П. Адаптация в шумопеленгации многолучевого сигнала //Тр. 10–й Всерос. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики (ГА–2010)». СПб. :Наука, 2010. С.364–362.

6. Paulraj A., Reddy V.U., Kailath T. Analysis of signal cancellation due to multipath in optimum beamformers for moving arrays // IEEE Journal of Oceanic Engineering. 1987. Vol.OE–12. P. 163–172.

Ицыксон Михаил Борисович, ведущий инженер ОАО «Аквамарин». Контакт. тел. 8-921-328-54-26

Подгайский Юрий Павлович, канд. техн. наук, научный сотрудник ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел.(812) 744-38-17.

А.В. Виноградов, А.В. Желтаков, А.Н. Коровин, И.Л. Рубанов, С.А. Семенова

Некоторые результаты буксировки блока системы ориентации гибкой протяженной буксируемой антенны на ладожском испытательном полигоне

Приведены результаты исследования поведения блока системы ориентации при буксировке в условиях мелководья.

Ключевые слова: блок системы ориентации, буксировка на прямолинейных галсах и при циркуляции, углы крена и дифферента.

Vinogradov A.V., Zheltakov A.V., Korovin A.N., Rubanov I.L., Semenova S.A.

Some Results of Towing of the Position Control System Module of Towed Array at Ladoga Range

Results of research of position control system module behaviour at towing in the conditions of shallow water are resulted.

Keywords: position control system module, towing on rectilinear tacks and at circulation, roll and trim angles.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев М.Я., Охрименко С.Н., Рубанов И.Л., Шифман Ф.Н. Система позиционирования гибкой протяженной буксируемой антенны // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. 2007. Вып.7. С.30–32.

2. Виноградов А.В., Ивашкевич А.С., Рубанов И.Л., Чигарев А.В., Годзиашвили Ю.Г. Исследование поведения макета двухлинейной гибкой протяженной антенны при буксировке на Ладожском испытательном полигоне // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. 2010. Вып.11(2).

Виноградов Александр Владимирович, вед. инженер НИИС-131 ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. 499-74-79

Желтаков Андрей Владимирович, вед. инженер НИИС-131 ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. 499-74-79

Коровин Андрей Николаевич, вед. инженер НИИС-131 ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. 499-74-79

Рубанов Игорь Лазаревич, нач. сектора ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. 499-74-79

Семенова Светлана Анатольевна, инженер 1к. НИИС-131 ОАО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. 499-74-79

А.Г. Голубев Г.А. Лебедев, И.К. Попов

Анализ предельной отражающей способности айсберга, необходимой для его дальнего обнаружения низкочастотной гидролокационной системой на шельфе Баренцева и Карского морей

Выполнен теоретический анализ предельной (пороговой) отражающей способности айсберга, при которой он может быть обнаружен низкочастотной гидролокационной системой дальнего (порядка 100 км) обнаружения айсбергов для предупреждения их возможного столкновения с гидротехническими сооружениями шельфовой зоны

Баренцева и Карского морей. Задача анализа решается применительно к гидролокационной системе, параметры которой на сегодня технически достижимы.

Ключевые слова: низкочастотная гидролокация, айсберг, система мониторинга, параметры системы.

Golubev A.G., Lebedev G. A, Popov I.K.

Analysis of Limiting Reflecting Power of an Iceberg Necessary for it Distant Detection by Low-Frequency Sonar System On the Barents and Karsky Sea Shelf

We have carried out theoretical analysis of limiting (threshold) reflecting power of an iceberg at which it can be detected by low-frequency sonar system for distant (about 100 km) detection of icebergs in order to avoid their possible collision with hydraulic engineering constructions of the Barents and Karsky seas shelf zone. The analysis problem is solved with reference to sonar system which parameters are technologically achievable nowadays.

Keywords: low-frequency hydrolocation, iceberg, monitoring system, system parameters.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авилов К.В. О численных оценках уровней акустических полей широкополосных источников в морской среде волновым и лучевым методами // Доклады XII школы-семинара им. акад. Л.М. Бреховских. М.:ГЕОС, 2009. 486 с.
2. Авилов К.В. Псевдодифференциальные параболические уравнения распространения звука в океане, плавно неоднородном по горизонтали, и их численное решение // Акустический журнал. Т. 41, №1, с. 5–12.
3. Богородский А.В., Лебедев Г.А. Оценка отражающей способности подводных частей айсбергов в задачах дальней гидролокации опасных ледяных образований // Проблемы Арктики и Антарктики. 2011. № 1 (87). С. 74–80.
4. Богородский А.В., Лебедев Г.А. Результаты моделирования дальней гидролокации айсбергов в Баренцевом море // Научн.-техн. сб. Гидроакустика. Вып. 15 (1). 2012. С. 53–61.
5. Заездный А.М. Основы расчетов по статистической радиотехнике // М.: Связь, 1969. С.422.
6. Наумов А.К. Распределение айсбергов в районе Штокмановского газоконденсатного месторождения и оценка столкновения айсберга с платформой // Труды ААНИИ. 2004. Т. 449. С. 140–152.
7. Отчет по НИР «Определить параметры ледового режима в Баренцевом, Карском и Охотском морях; физико-механические свойства и дрейф льда». Т.1, Баренцево море. Мурманск. Фонды МФ ААНИИ, 1983. 132 с.
8. Фурдуйев А.В. Шумы океана // Акустика океана. М.: Наука, 1974. С. 615–691.
9. Ganton J.H., Milne A.R. Temperature and wind-dependent ambient noise under midwinter pack ice // JASA, 1965. V. 38, N 3. P. 406–411.
10. Milne A.R. Shallow water under ice acoustics in Barrow strait // JASA. 1960. V. 32, N 8. P. 1007–1016.
11. Milne A.R., Ganton J.H. Ambient noise under arctic Sea ice // JASA. 1964. V. 36, N 5. P. 855–863.
12. Payne F.A. Effect of ice cover on shallow water ambient sea noise // JASA. 1964. V. 36, N 10. P. 1943–1947.
13. Wenz G. Acoustic ambient noise in the ocean: spectra and sources // JASA. 1962. V.34, N 12. P. 1936–1956.

Голубев Анатолий Геннадиевич, д-р техн. наук, заместитель генерального директора. ОАО «Камчатский гидрофизический институт» по научной работе. Конт. тел. (812)294-04-86

Лебедев Герман Андреевич, д-р физ-мат. наук, зав. отделом ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт. Конт. тел. (812)337-31-36.

Попов Игорь Константинович, канд. физ-мат. наук, зав. лаб. ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт. Конт. тел. (812)337-31-66.

Г.Н.Кузнецов, **О.В.Лебедев**

Пеленгование низкочастотных источников в волноводе гидроакустическими станциями с протяженными буксируемыми или бортовыми антеннами

Исследуется влияние передаточной функции волновода на точность пеленгования низкочастотных сигналов антеннами ГАС с большими волновыми размерами.

Ключевые слова: волновод, повышение точности пеленгования, эквивалентная плоская волна, эффективная фазовая скорость, аппроксимация передаточной функции волновода

Kuznetsov G.N., Lebedev O.V.

Bearing Determination of Low-Frequency Sources in a Wave Guide by Sonar Systems with Towed or Hull Antennas

Influence of transfer function of a wave guide on accuracy of low-frequency signal bearing determination by sonar system antennas with the big wave sizes is investigated.

Keywords: wave guide, bearing determination accuracy enhancement, equivalent plane wave, effective phase velocity, wave guide transfer function approximation.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никифоров С.Л., Попов В.А., Попов О.Е., Селезнев И.А. Концепция создания единой базы геоакустических данных морского дна и технологии геоакустического моделирования // Сб.научн.тр. Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2010. № 3(9). С. 49–61.

2. Белов А.И. Способ численной оценки звукового поля в волноводе с поглощающим дном // Научн.-техн. сб. Судостроительная промышленность. Сер. Акустика. Л.: Румб, 1989. № 4. С. 30–36.
3. Белов А.И., Лебедев О.В. Расчет звуковых полей в мелком море методом широкоугольного параболического уравнения // Научн.-техн. сб. Судостроительная промышленность. Сер. Акустика. Л.: Румб, 1990. № 7. С. 33–39.
4. Грачев Г.А., Кузнецов Г.Н. О средней скорости изменения фазы акустического поля вдоль плоского волновода // Акустический журнал. 1985. Т. 31, № 2. С. 266–268.

Кузнецов Геннадий Николаевич, канд. физ.-мат. наук, профессор, начальник СКБ «Морские технологии» НЦВИ ИОФ РАН.
Конт. тел. (499) 256-17-90.

А.А. Волкова, А.Д. Консон, М.Н. Никулин

Формирование визуальной информации от средств гидроакустического подводного наблюдения по вариативному критерию, согласованному с тактической обстановкой

Рассмотрена проблема формирования для оператора унифицированных кадров отображения в интегрированной системе боевого управления. Определены основные критерии получения информации от средств наблюдения. Сформулирован вариативный критерий, позволяющий оперативно формировать визуальную информацию средств гидроакустического подводного наблюдения согласно текущей тактической обстановке. На примере информации средств шумопеленгования проанализированы возможности отображения, удовлетворяющего требованиям к средствам наблюдения по совокупности критериев.

Ключевые слова: интегрированная система боевого управления, подводное наблюдение, шумопеленгование, отображение информации.

Volkova A.A., Konson A.D., Nikulin M. N.

Formation of Visual Information Obtained by Sonar Means of Underwater Surveillance on Variant Criterion Matched With Tactical Situation

The problem of formation for the operator of unified display pictures in the integrated combat control system is considered. The basic criteria of information reception from surveillance facilities are defined. Variant criterion allowing to form efficiently visual information got by sonar means of underwater surveillance according to current tactical situation is formulated. Possibilities of information display meeting requirements to surveillance facilities on set of criteria are analyzed on example of passive listening means information.

Keywords: integrated combat control system, underwater surveillance, passive listening, information display.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каришнев Н.С., Консон А.Д., Полканов К.И., Мартиросов В.Г., Сборовский В.В., Семин Д.В. Интеграция средств гидроакустического наблюдения в интегрированных системах боевого управления подводных лодок // Сб. докл. НТК «Состояние, проблемы и перспективы создания корабельных информационно-управляющих комплексов» М.: Концерн «Моринформсистема-Агат», 2010.
2. Каришнев Н.С., Консон А.Д., Лукичев В.Ю., Волобуев В.Н., Гаврилов А.Ф., Дымент А.Б. Функционирование ИСБУ в процессе деятельности подводной лодки // Морская радиоэлектроника. 2012. Вып. 4(42).
3. Лоскутова Г.В., Полканов К.И. Пространственно-частотные и частотно-волновые методы описания и обработки гидроакустических полей. СПб.: Наука, 2007. 239 с.
4. Волкова А.А., Беликова Е.В., Консон А.Д., Лукичев В.Ю. Критерии формирования массивов информации для отображения в интегрированной системе боевого управления подводной лодки // Гидроакустика. 2011. Вып. 14(2). С. 80–86.
5. Волкова А.А., Консон А.Д., Никулин М.Н. Принципы построения тактических картин при подводном наблюдении // Сб. докл. НТК «Состояние, проблемы и перспективы создания корабельных информационно-управляющих комплексов» М.: Концерн «Моринформсистема-Агат», 2012.
6. Величкин С.М., Миронов Д.Д., Антипов В.А., Зеленкова И.Д., Перельмутер Ю.С. Патент РФ № 2156984. Способ получения информации о шумящем в море объекте и способ получения цветовых шкал для него. МПК G01 S 3/84. Заявка № 99115072, приор. 12.07.1999, публ. 27.09.2000, заявитель ГУП «ЦНИИ «Морфизприбор»

Консон Александр Давидович, д.т.н., начальник сектора ОАО «Концерн «Океанприбор», конт. тел. (812) 499-74-28.
Никулин Максим Николаевич, начальник сектора ОАО «Концерн «Океанприбор», конт. тел. (812) 499-75-98.
Волкова Анна Александровна, к.т.н., ведущий специалист ОАО «Концерн «Океанприбор», конт. тел. (812) 499-75-64

Б.Н. Алексеев, Р.Ц. Гулиянц

О смещенности оценки приведенного уровня гидроакустических помех, измеренного с помощью направленного канала гас

В статье рассмотрена погрешность оценки приведенного по принятой методике к ненаправленному приему уровня гидроакустических помех, измеренного с помощью направленного канала ГАС, для двухкомпонентной модели помех.

Ключевые слова: смещенность оценки, гидроакустическая помеха, приведенный уровень, направленный канал.

Alekseev B.N., Gulijants R. TS.

On Displacement of Estimations of Sonar Noise Effective Level, Measured by Means of Sonar System Directional Channel

In the article error of estimation of effective (according accepted technique) for omnidirectional reception sonar noise level measured with the help of sonar system directional channel is considered for two-component noise model.

Keywords: displacement of estimations, sonar noise, effective level, directional channel.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евтютов А.П., Колесников А.Е. и др. Справочник по гидроакустике. Л.: Судостроение, 1988. 196 с.
2. Урик Р. Основы гидроакустики / Пер. с англ. Л.: Судостроение, 1978. 448 с.
3. Евтютов А.П., Колесников А.Е. и др. Справочник по гидроакустике. Л.: Судостроение, 1982. Гл. 4.
4. Смаришев М.Д., Добровольский Ю.Ю. Гидроакустические антенны (Справочник по расчету направленных свойств гидроакустических антенн). Л.: Судостроение, 1984.

Алексеев Борис Николаевич, канд. техн. наук, старший научный сотрудник ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812) 499-74-12.

Гулянец Роберт Цовакович, канд. техн. наук ведущий научный сотрудник ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812) 499-74-93.

В.А. Попов, Ф.Н. Шифман

Талантливый инженер, храбрый партизан, умелый директор

(к 100-летию со дня рождения Н.Н. Свиридова)

Popov V.A., Shifman F.N.

Talented Engineer, Brave Partisan, Skilful Director (To Sviridov's N.N. 100 anniversary)

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелуа А.И. Приборостроители России. М.; СПб.: Изд-во «Гуманистика», 2001.
2. Стародубцев А.Ф. Дважды невидимый фронт. Ленинградские чекисты в тылу врага. М.: Изд-во «Вече», 2010.
3. Комляков В.А. Первый в России завод гидроакустических приборов. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2006.
4. Из истории отечественной гидроакустики // ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 1999.

Попов Владимир Александрович, к.т.н., с.н.с., ученый секретарь-начальник отдела ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел.(812) 499-75-92, Шифман Феликс Натанович, к.т.н., с.н.с., директор музея ОАО «Концерн «Океанприбор. Конт. тел.(812) 499-75-92.