

# Гидроакустика / Hydroacoustics. Вып. 24 (4)

## научно-технический сборник

**А.А. Горелов, М.Д. Смаришев**

### **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВИБРИРУЮЩЕЙ ПЛАСТИНЫ, ОБЛИЦОВАННОЙ ПОГЛОЩАЮЩИМ ПОКРЫТИЕМ**

*Рассматриваются математические модели акустического поля упругой пластины, на которую действуют независимые силы в двух случаях: когда пластина находится в свободном поле и когда она облицована поглощающим покрытием. Производится сравнение результатов с экспериментальными данными, полученными на Ладожском полигоне. Отмечается, что поле на вибростенде имеет более сложную структуру, чем в рассматриваемых простейших моделях.*

*Ключевые слова: поля вибраций, вибрирующая пластина, корреляция давления.*

**A.A.Gorelov, M.D.Smaryshev**

### **MATHEMATICAL MODELS OF ACOUSTIC FIELD OF A VIBRATING PLATE COATED WITH ABSORBING COVERING**

*The considered mathematical model describes a field by an elastic plate, on which independent forces affect in two cases: when the plate is in a free field and when it is revetted by an absorbing covering. Comparison of results with the experimental data is made. It is noticed that the field in experimental data has more complex structure than in considered elementary models.*

*Keywords: fields of vibrations, vibrating plate, correlation of pressure.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шендеров Е.Л. О помехоустойчивости антенны, состоящей из приёмников звукового давления и приёмников колебательной скорости // Гидроакустика. 2002. Вып.3.
2. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
3. Смаришев М.Д. Направленность гидроакустических антенн. Л.: Судостроение, 1973.

#### LITERATURA

1. Shenderov. E.L. O pomekhoustoychivosti anteny, sostoyashey iz priemnikov zvukovogo davleniya i priemnikov kolebatel'noy skorosti // Gidroacustica. 2002. Vyp. 3.
2. Brekhovskikh L.M. Volni v sloistykh sredakh. M.: Izd-vo. AN USSR, 1957.
3. Smaryshev M.D. Napravlennost' gidroakusticheskikh antenn. L.: Sudostroeniye, 1973.

*Горелов Андрей Александрович, заместитель начальника научно-исследовательского сектора АО «Концерн «Океанприбор». Конт.тел. 8-(812)-499-74-11, e-mail [gorelovacoustics@mail.ru](mailto:gorelovacoustics@mail.ru).*

*Смаришев Михаил Дмитриевич, д-р техн. наук, профессор, начальник сектора АО «Концерн «Океанприбор». Конт.тел. 8-(812)-499-74-11.*

**В.Б.Жуков**

### **ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕЛИ**

*Рассмотрена задача определения координат источника шумоизлучения исходя из пространственной характеристики принятого сигнала.*

*Ключевые слова: акустическое давление, характеристика направленности.*

**V.B.Zhukov**

### **INTEGRATED METHOD OF TARGET COORDINATES DETERMINATION**

*The problem of determination of noise emitting source coordinates from spatial characteristic of received signal is considered.*

*Keywords: acoustic pressure, beam pattern.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1.Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
- 2.Жуков В.Б. Теория синтеза и оптимизации антенн. СПб.: Элмор, 2001.

#### LITERATURA

- 1.Brekhovskikh L.M. Volni v sloistykh sredakh. M.: AN SSSR, 1957.
- 2.Zhukov V.B. Teoriya sinteza i optimizatsii antenn. SPb.: Elmor, 2001

*Жуков Владислав Борисович, д-р техн. наук, проф., начальник Учебно-методического центра АО «Концерн «Океанприбор». Конт. Тел (812) 499-75-68. E-mail : [vladislav\\_jukov@mail.ru](mailto:vladislav_jukov@mail.ru)*

*Zhukov Vladislav Borisovich, Dr. prof. chief of Educational Centre of SC «Concern «Oceanpribor».*

**Д.А. Барышев, Е.В. Добромыслова, В.И. Супрунова**  
**Технология производства пьезокерамических элементов, обладающих улучшенной временной и температурной стабильностью**

*Описана технология производства пьезокерамических элементов, обладающих улучшенной временной и температурной стабильностью для высокоэффективных гидроакустических преобразователей и антенн. Преимущества разработанных элементов позволяют использовать и транспортировать пьезокерамические изделия в условиях отрицательных температур.*

*Ключевые слова: пьезокерамика, пьезокерамический материал, температурная стабильность, временная стабильность, гидроакустический преобразователь.*

**D.A.Baryshev, E.V.Dobromyslova, V.I.Suprunov**  
**Production Technology Of Piezoceramic Elements With Improved Temporal And Temperature Stability**

*The technology of production of piezoceramic elements with improved temporal and thermal stability for high performance sonar transmitters and antennas is described. The advantages of the developed elements allow to use and transport piezoceramic products in subzero temperatures.*

*Keywords: piezoelectric ceramics, piezoelectric material, temperature stability, temporal stability, sonar transducer*

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ОСТ 11 0444-87. Материалы пьезокерамические.
2. ГОСТ В 18348-73. Требования по сохраняемости и методы испытаний.

1. OST 11 0444-87. Piezoceramic materials
2. GOST V 18348-73. Requirements and test methods for persistence

*Барышев Дмитрий Анатольевич, кандидат физико-математических наук, инженер-технолог 2 кат.*

*ООО «Аврора-ЭЛМА». Контакт. тел. (8442) 98-28-60. [tehnolog.elma@gmail.com](mailto:tehnolog.elma@gmail.com)*

*Добромыслова Евгения Валентиновна, директор ООО «Аврора-ЭЛМА». Контакт. тел. (8442) 98-28-60.*

*[market@avrora-elma.ru](mailto:market@avrora-elma.ru)*

*Супрунова Валентина Ивановна, главный технолог ООО «Аврора-ЭЛМА». Контакт. тел. (8442) 98-28-60.*

*[tehnolog.elma@gmail.com](mailto:tehnolog.elma@gmail.com)*

*Baryshev Dmitriy Anatol'evich, candidate of Physical and Mathematical Sciences, Engineer-technologist 2 nd cat.*

*ООО «Аврора-ELMA». Контакт. тел. (8442) 98-28-60. [tehnolog.elma@gmail.com](mailto:tehnolog.elma@gmail.com)*

*Dobromyslova Yevgeniya Valentinovna, director ООО «Аврора-ELMA». Контакт. тел. (8442) 98-28-60. [market@avrora-elma.ru](mailto:market@avrora-elma.ru)*

*Suprunova Valentina Ivanovna, glavnyu tekhnolog ООО «Аврора-ELMA». Контакт. тел. (8442) 98-28-60. [tehnolog.elma@gmail.com](mailto:tehnolog.elma@gmail.com)*

**Г.Н. Кузнецов, А.Н. Михнюк, Н.М. Смирнов**

**К.И. Полканов**

**Использование буксируемого векторно-скалярного модуля и согласованной фильтрации для однозначной оценки координат широкополосного источника в пассивном режиме**

*Анализируются результаты расчетной и экспериментальной оценки координат широкополосного источника в мелком море и в гидроакустическом бассейне на основе согласованной фильтрации сигналов векторно-скалярным модулем. Установлено, что применение векторно-скалярного модуля обеспечивает однозначную оценку направления, глубины и дальности до источника шума. Показано, что метод обладает устойчивостью к умеренным изменениям вертикального распределения скорости звука в волноводе.*

*Ключевые слова: буксируемый векторно-скалярный модуль, многолучевость, измерение дальности и глубины источника, устойчивость оценки.*

**G.N.Kuznetsov, A.N.Mihnjuk, K.I.Polkanov, N.M.Smirnov**  
**USE OF TOWED VECTOR-SCALAR MODULE AND MATCHED FILTERING FOR UNIVOCAL ESTIMATION OF BROADBAND SOURCE COORDINATES IN PASSIVE MODE**

*The results was analyzed of theoretical and experimental evaluation of coordinates broadband source in shallow water and hydroacoustic tank based on the matched filter signal of vector-scalar module. It was found that the use of vector-scalar module provides a clear assessment of the direction; depth and distance from the source of noise. It is shown that the method is resistant to moderate changes the vertical distribution of the velocity of sound in the waveguide.*

*Key words: towed vector-scalar module, multirays, measurement of range and depth of the source, sustainability assessment.*

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Jeffers R. Vector Sensor Array a For Torpedo Defense. Topic No. N05-T030. Proposal No. 054-030-0190. Virginia. FY2005 ([www.3phoenix.com](http://www.3phoenix.com)) 06.05.2015.
2. [Глебова Г.М.](#), [Аверьянов А.В.](#), [Кузнецов Г.Н.](#) Экспериментальное исследование характеристик направленности векторно-скалярной антенны // Акуст. журн. 2011. Т. 57, № 5. С. 681.
3. Полканов К.И., Каришнев Н.С., Белова Н.И., Кузнецов Г.Н. Однозначное пеленгование целей протяженной антенной со скалярными и векторно-скалярными модулями // Гидроакустика. 2012. Вып. 15(1).
4. Белова Н.И., Кузнецов Г.Н. Сравнение однонаправленного приема сигналов в волноводе с использованием линейных векторно-скалярных и комбинированных антенн // Акуст. журн. 2013. Т. 59, № 2. С. 255–267.
5. Михнюк А.Н. Определение координат источника звука согласованными с морским волно-водом алгоритмами обработки сигналов // Акуст. журн. 2009. Т. 55, № 3. С. 401.
6. Аверьянов А.В., Глебова Г.М., Кузнецов Г.Н. Экспериментальная оценка пространственных координат источника шумового сигнала // Гидроакустика. 2013. Вып. 17(1). С. 54.
7. Стреленко Т.Б. Ошибки измерения глубины цели активным гидролокатором // Гидроакустика. 2010. Вып. 12(2). С. 78.
8. Либенсон Е.Б., Стреленко Т.Б. Влияние ошибок оценки параметров эхосигналов при различных гидроакустических условиях на ошибки определения глубины объекта // Гидроакустика. 2013. Вып. 17(1).
9. 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(4). P. 401.
10. 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(3). P. 2503.
11. Корецкая А.С., Мельканович В.С. Определение координат источника гидроакустического сигнала с использованием технологии индексного поиска // Гидроакустика. 2015. Вып. 21(1). С. 68–75.
12. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 502 с.

#### LITERATURE

1. Jeffers R. Vector Sensor Array a For Torpedo Defense. Topic No. N05-T030. Proposal No. 054-030-0190. Virginia. FY2005 ([www.3phoenix.com](http://www.3phoenix.com)) 06.05.2015
2. [Glebova G.M.](#), [Averyanov A.V.](#), [Kuznetsov G.N.](#) Eksperimentalnoe issledovanie khatarakteristik napravlenosti vektorno-skalyarnoy anteny // Akust. zhurn. 2011. T. 57, № 5. S. 681.
3. Karishnev N.S., Polkanov K.I., Belova N.I., [Kuznetsov G.N.](#) Odnnozhačnoe pelengovanie tseley protyazhennoy antennoy so skalyarnymi i vektorno-skalyarnymi modulyami // Gidroakustika. 2012. Vyp. 15(1).
4. Belova N.I., [Kuznetsov G.N.](#) Sravnenie odonappravlennoogo priema signalov v volnovode s ispolzovaniem lineynykh vektorno-skalyarnykh i kombinirovannykh antenn // Akust. zhurn. 2013. T. 59, № 2. S. 255–267.
5. Mikhnyuk A.N. Opredelenie koordinat istochnika zvuka soglasovannymi s morskim volnovodom algoritmami obrabotki signalov // Akust. zhurn. 2009. T. 55, № 3. S. 401.
6. [Averyanov A.V.](#), [Glebova G.M.](#), [Kuznetsov G.N.](#) Eksperimentalnaya otsenka prostranstvennykh koordinat istochnikov shumovogo signala // Gidroakustika. 2013. Vyp. 17(1). S. 54.
7. Strelenko T.B. Oshibki izmereniya glubiny tseli aktivnym gidrolokatorom // Gidroakustika. 2010. Vyp. 12(2). S. 78.
8. Libenson E.B., Strelenko T.B. Vliyanie oshibok otsenki parametrov ekhosignalov pri razlichnykh gidroakusticheskikh usloviyakh na oshibki opredeleniya glubiny obekta // Gidroakustika. 2013. Vyp. 17(1).
9. 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(4). P. 401.
10. 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(3). P. 2503.
11. Koretskaya A.S., Melkanovich V.S. Opredelenie koordinat istochnika gidroakusticheskogo signala s ispolzovaniem tekhnologii indeksnogo poiska // Gidroakustika. 2015. Vyp. 21(1). S. 68–75.
12. Brekhovskikh L.M. Volny v sloistykh sredakh. M.: Izd-vo AN SSSR, 1957. 502 s.

*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](mailto:skbmortex@mail.ru)*

*Михнюк Александр Николаевич, науч. сотр. НЦВИ ИОФ РАН. Контакт. тел. (495) 940-02-12. E-mail: [amihnyuk@mail.ru](mailto:amihnyuk@mail.ru)*

*Полканов Константин Иванович, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., первый заместитель генерального директора АО «Концерн «Океанприбор», Контакт. тел. (812) 320-80-41. E-mail: [mfp@mail.wplus.net](mailto:mfp@mail.wplus.net)*

*Kuznetsov Gennadiy Nikolaevich, Ph.D., professor, chief of SKB «Marine Technology» Wave Research Center at GPI.*

*Contacts (499) 256-17-90. E-mail: [skbmortex@mail.ru](mailto:skbmortex@mail.ru)*

*Mikhnyuk Aleksander Nikolaevich, research scientist, WRC GPI. Contacts (495) 940-02-12. E-mail: [amihnyuk@mail.ru](mailto:amihnyuk@mail.ru)*

*Polkanov Konstantin Ivanovich, Ph.D., SC «Kontsern «Okeanpribor», Contacts (812) 320-80-41. E-mail: [mfp@mail.wplus.net](mailto:mfp@mail.wplus.net)*

**Л.Е. Гампер, А.М. Иванов, К.В. Манов, И.А. Селезнев, М.А. Филободченко.**

**Испытания широкоапертурных приемных систем в мелководной акватории**

*Представлено краткое описание испытаний широкоапертурных приемных систем различной конфигурации в акватории заливов Ладожского озера Карельского филиала АО «Концерн «Океанприбор», а также некоторые предварительные результаты обработки экспериментальных материалов. Приводятся*

данные о гидрологических условиях, разработанном программном обеспечении и примеры его использования в экспериментальных исследованиях.

*Ключевые слова:* пассивная гидролокация, широкоапертурный прием, испытания, оценка координат, мелководная акватория.

## **L.E.Gamper, A.M.Ivanov, K.V.Manov, I.A.Seleznev, M.A.Filobodchenko Testing Of Wide Aperture Arrays In A Shallow Water Area**

*Here are considered the short description of the natural testing of wide aperture arrays in the shallow water area in the gulfs of Ladoga Lake, in Karelia branch of «Concern «Okeanpribor». Some preliminary results of the analysis of received experimental materials are presented. Data about hydrologic-acoustical conditions, developed software and examples of use them in experimental researches.*

*Keywords:* passive hydro location, wide aperture arrays, natural experimental testing, coordinates estimation, shallow water area.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Будкин И.Б., Ваганов А.В., Гампер Л.Е., Манов К.В., Смирнов С.А. Аппаратно-программный комплекс для исследования режима пассивной гидролокации // Тр. 10 Всеросс. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». СПб.: Наука, 2010.

2. Гампер Л.Е., Гришман Г.Д., Ермоленко А.С., Манов К.В., Смирнов С.А. Экспериментальные исследования режима пассивной гидролокации// Тр. 10 Всеросс. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». СПб.: Наука, 2010.

3. Гампер Л.Е., Манов К.В., Филободченко М.А. О влиянии условий распространения на статистические характеристики сигналов пассивной гидролокации// Тр. 11 Всеросс. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». СПб.: Наука, 2012.

4. Гампер Л.Е. Оптимальная пространственно-временная обработка в системах пассивной гидролокации с разнесенными антеннами // Гидроакустика. 2009. Вып.10. С. 49–60.

### **LITERATURE**

1. Budkin I.B., Gamper L.E., Vaganov A.V., Manov K.V., Smirnov S.A. Programmes set for the passive location mode// Proc. of 10 all-Russian conf. «Advanced technologies of hydroacoustics and hydrophysics». SPb: Nauka, 2010. S. 88–90.

2. Gamper L.E., Grishman G.D., Ermolenko A.S., Manov K.V., Smirnov S.A. Experimental research of the passive location mode. Экспериментальные исследования режима пассивной гидролокации// Proc. of 10 all-Russian conf. «Advanced technologies of hydroacoustics and hydrophysics». SPb: Nauka, 2010. S. 90–93.

3. Gamper L.E., Manov K.V., Filobodchenko M.A. On propagation conditions influence on signal statistical characteristics in passive mode// Proc. of 11 all-Russian conf. «Advanced technologies of hydroacoustics and hydrophysics». SPb: Nauka, 2012. S. 337–340.

4. Gamper L.E. Optimum space-time processing in passive sonars systems with spaced ship-born arrays. // Hydroacoustics. 2009. №.10. S. 49–60.

*Гампер Лев Евгеньевич, канд. техн. наук, ст.научн.сотр. АО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812)233 97 02*

*Иванов Александр Михайлович, канд. техн. наук, зам. начальника отдела АО «Концерн «Океанприбор».*

*Контакт. тел. (812)4997426*

*Манов Константин Васильевич, вед. инженер АО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. +79111169377,*

*Селезнев Игорь Александрович, д-р техн. наук, доцент, зам. генерального директора АО «Концерн «Океанприбор» по инновационному, стратегическому развитию и научной работ. Контакт. тел. (812) 235 46 92*

*Филободченко Максим Арсеньевич, инженер АО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. +79117645554*

## **В.О. Гравин.**

### **Использование измерителя скорости звука в антеннах стационарных гидроакустических комплексов**

*Рассмотрены вопросы размещения измерителя скорости звука на антеннах стационарных гидроакустических комплексов (СГАК) и эффективного использования его показаний в работе комплекса. Предложен способ оценки полного профиля вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ), используемый в системе гидроакустических расчетов, основанный на текущем измерении и привлечении информации из базы данных многолетних сезонных измерений ВРСЗ в районе действия СГАК.*

*Ключевые слова:* стационарный гидроакустический комплекс, излучающие и приёмные антенны, измеритель скорости звука, внутренние волны, профиль вертикального распределения скорости звука.

## **V.O.Gravin**

### **Use Of Sound Velocimeter In Stationary Integrated Sonar System Arrays**

*Reviewed the problems of placing the sound velocity meter in antennas of stationary sonar systems and effective use of his testimony. Provides a method for estimating the full profile of the vertical distribution of the*

*speed of sound used in sonar system calculations based on the current measurements and bringing information from the database of long-term seasonal measurements.*

*Keywords: stationary sonar system, emitting and receiving antennas, meter the speed of sound, internal waves, profile of the vertical distribution of the speed of sound.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сабинин К.Д., Серебряный А.Н. «Горячие точки» в поле внутренних волн в океане // Акустический журнал. 2007. Т. 53, № 3. С. 410–436.
2. Лисиченок А.Д. Интенсивные внутренние волны в Черном море // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 12. Севастополь, 2005. С. 49–59.
3. Фёдоров К.Н. Тонкая термохалинная структура вод океана. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 184с.
4. Микушин И.И. Способ достроения измеренной части кривой вертикального распределения скорости звука до дна // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2003. Т. 35. Вып. 6. С. 103–105.
5. Hare R. Error Budget Analysis for US Naval Oceanographic Office (NAV-OCEANO) Hydrographic Survey Systems // University of Southern Mississippi, Hydrographic Science Research Center (HSRC), Hattiesburg, USA, September. 2001.
6. Патент РФ № 2498354. Способ оценки полного профиля вертикального распределения скорости звука // Машошин А.И., Соловьева О.Б., Шафранюк А.В. Заявлено 05.06.2012. Опубликовано 10.11.2013. Бюл. № 31

#### LITERATURE

1. Sabinin K.D., Serebryanyi A.N. «Hot Spots» in the Field of Waves in the Ocean // Akusticheskij Zhurnal. 2007. volume 53, № 3. p. 410–436.
2. Lisichenok A.D. Intensivnyye vnutrenniye volny v Chernom more // Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoy i shel'fovoy zon i kompleksnoye ispol'zovaniye resursov shel'fa. Vyp. 12. Sevastopol', 2005. S. 49–59.
3. Fedorov K.N. Tonkaya termokhalinnaya struktura vod okeana. L.: Gidrometeoizdat, 1976. 184p.
4. Mikushin I.I. Sposob dostroyeniya izmerennoy chasti krivoy vertikal'nogo raspredeleniya skorosti zvuka do dna // Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki. 2003.T. 35. Vyp. 6. S. 1031–105.
5. Hare R. Error Budget Analysis for US Naval Oceanographic Office (NAV-OCEANO) Hydrographic Survey Systems // University of Southern Mississippi, Hydrographic Science Research Center (HSRC), Hattiesburg, USA, September. 2001.
6. Patent RU № 2498354. Method of estimating full profile of vertical distribution of sound speed // Mashoshin A. I., Solov'eva O. B., Shafranjuk A. V.. Stated 05.06.2012. Published 10.11.2013 Byul. № 31.

*Гравин Вадим Олегович, канд. техн. наук, вед. научн. сотр. ОАО «КГФИ». Контакт. тел. (812) 455-34-03  
Gravin Vadim Olegovich, Ph.D., leading scientist, JSC «KGFI». Phone (812) 455-34-03*

### **Г.Ю. Пуеров, Е.И. Сергеева**

#### **Применение быстрого преобразования Фурье при формировании характеристик направленности линейной антенной решетки**

*Рассматривается задача формирования характеристик направленности (ФХН) линейной эквидистантной антенной решетки. Описывается программная реализация ФХН с использованием алгоритмов «быстрой свертки» на сигнальных процессорах КОМДИВ128-РНО и ADSP-TS201 Tiger SHARC.*

*Ключевые слова: характеристика направленности, быстрое преобразование Фурье (БПФ), «быстрая свертка».*

### **G.Ju.Puerov, E.I.Sergeeva**

#### **Application Of Fast Fourier Transformation At Formation Of Linear Array Beam Pattern**

*The problem of linear equidistant array beamforming are considered. Software implementation of the beamforming based on fast convolution algorithm for signal processors «Komdiv-128» and ADSP-TS201 Tiger SHARC are discussed.*

*Key words: beamforming, fast Fourier transform (FFT), fast convolution algorithm.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1978.
2. Лисс А. Р., Рыжиков А. В., Шенгелия М. В. Снижение аппаратных затрат при пространственной обработке сигналов с использованием алгоритма «быстрой свертки» // Гидроакустика. 2000. Вып. 2. С. 29–32.
3. Гусев В. Г. Об использовании алгоритма БПФ для формирования характеристик направленности широкополосных антенных решеток // Радиотехника и электроника. 1992. Т. 37, № 2.

4. Антропов И. В., Мельканович В. С., Павловский Ю. А., Просеков О. В. Реализация процедуры формирования характеристик направленности с использованием преобразования Фурье малого порядка // Тр. 7 Междунар. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». СПб., 2004. С. 390–394.
5. Смаришев М.Д., Добровольский Ю.Ю. Гидроакустические антенны. Л.: Судостроение, 1984.
6. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов. М.: Мир, 1988.
7. Bluestein, L. I., A Linear Filtering Approach to the Computation of the Discrete Fourier Transform // IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics, vol. AU-18, no. 4 (1970), p. 451–455
8. Rabiner L. R., Schafer R. W., Rader C. M. The Chirp z-Transform Algorithm // IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics. Vol. AU-17, no. 2 (1969). P. 86–92.
9. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток. М.: Радио и связь, 1985.
10. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. М.: Техносфера, 2006.
11. Bailey D. H., Swartztrauber P. N. The Fractional Fourier Transform and Applications // SIAM Review. Vol. 33, no. 3 (1991). P. 389–404.
12. Астафьев В. Б. Формирование характеристик направленности линейной антенны с использованием операции свертки // Гидроакустика. 2003. Вып. 4. С. 60–65.
13. Микросхема интегральная 1890ВМ7Я. Указания по применению, ЮКСУ.431281.104Д4. М.: НИИСИ РАН, 2014.
14. Программа Библиотека цифровой обработки сигналов (БЦОС). Справочник по функциям с интерфейсом ср2m программы БЦОС. ЮКСУ.90973-01 90 01. М.: НИИСИ РАН, 2014.
15. Сударева О. Ю. Эффективная реализация алгоритмов быстрого преобразования Фурье и свертки на микропроцессоре КОМДИВ128-РИО. М.: НИИСИ РАН, 2014.
16. ADSP-TS201 TigerSHARC Processor Hardware Reference, Analog Devices, Inc. One Technology Way Norwood, Mass. 02062-9106, Revision 1.2, November 2005.
17. VisualDSP++ 5.0 C/C++ Compiler and Library Manual for TigerSHARC Processors, Analog Devices, Inc. Digital Signal Processor Division One Technology Way Norwood, Mass. 02062-9106, Revision 4.1, August 2008.

#### LITERATURE

1. Rabiner L., Gold B. Theory and Applications of Digital Signal Processing. M.: Mir, 1978.
2. Liss A. R., Ryjikov A. V., Shengelia M. V. Hardware Resource Allocation Decrease During Spartial Signal Processing Based on the Fast Convolution Algorithm // Gidroakustika. 2000. Vyp. 2. S. 29–32.
3. Gusev V. G. Wideband linear and planar array beam forming using FFT algorithm // Radiotekhnika i Eleyektronika. 1992. T. 37, № 2.
4. Antropov I. V., Melkanovich V. S., Pavlovskiy Yu. A., Prosekov O. V. Realization of the Procedure of Beamforming Using Fast Fourier Transform of Small Order // Tr. 7 Mezhdunar. konf. «Prikladnye tekhnologii gidroakystiki i gidrofiziki».SPb., 2004.S. 390–394.
5. Smaryshev M.D., Dobvol'skiy Yu.Yu. Gidroakusticheskiye anteny. L.: Sudostroyeniye, 1984.
6. Dugeon D., Mersereau R. Multidimensional Digital Signal Processing. M.: Mir, 1984.
7. Bluestein, L. I., A Linear Filtering Approach to the Computation of the Discrete Fourier Transform // IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics, vol. AU-18, no. 4 (1970), p. 451–455.
8. Rabiner L. R., Schafer R. W., Rader C. M. The Chirp z-Transform Algorithm // IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics. Vol. AU-17, no. 2 (1969). S. 86–92.
9. Nussbaumer H. J. Fast Fourier Transform and Convolution Algorithms. M.: Radio i svias, 1985.
10. Oppenheim A. V., Schafer R. W. Digital Signal Processing. M.: Technosfera, 2006.
11. Bailey D. H., Swartztrauber P. N. The Fractional Fourier Transform and Applications // SIAM Review. Vol. 33, no. 3 (1991). P. 389–404.
12. Astafiev V. B. Linear Antenna Beam Forming on the Basis of Convolution Operations // Gidroakustika. 2003. Vyp. 4. S. 60–65.
13. Mikrokhema integral'naya 1890ВМ7Я. Ukazaniyay po primeniyu, UKSU.431281.104D4. М.: NIISI RAN, 2014.
14. Programma Biblioteka Tsyfrovoy obrabotky signalov (BTsOS). Spravochnik po funktsiyam s interfeysom sr2m prognammy BTsOS. UKSU.90973-01 90 01. М.: NIISI RAN, 2014.
15. Sudareva O. Yu. Effktivnaya realizatsiyay algoritmov bystrogo preobrazovaniya Fur'ye I svertki na mikroprotsessore KOMDIV128-RIО. М.: NIISI RAN, 2014.
16. ADSP-TS201 TigerSHARC Processor Hardware Reference, Analog Devices, Inc. One Technology Way Norwood, Mass. 02062-9106, Revision 1.2, November 2005.
17. VisualDSP++ 5.0 C/C++ Compiler and Library Manual for TigerSHARC Processors, Analog Devices, Inc. Digital Signal Processor Division One Technology Way Norwood, Mass. 02062-9106, Revision 4.1, August 2008.

*Пуеров Георгий Юрьевич, канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник АО «Концерн «Океанприбор».*

*Конт. тел. (812) 499-75-83, E-mail: [puerov@gmail.com](mailto:puerov@gmail.com).*

*Сергеева Елена Игоревна, инженер-программист 1 кат. АО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812) 499-75-83, E-mail: [srgv.lena@gmail.com](mailto:srgv.lena@gmail.com).*

*Puerov Georgiy Yur'evich, Ph.D, leading scientist, SC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812) 499-75-83, E-mail: [puerov@gmail.com](mailto:puerov@gmail.com)*

*Sergeeva Elena Igorevna, engineer-programmer 1 cat., SC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812) 499-75-83, E-mail: [srgv.lena@gmail.com](mailto:srgv.lena@gmail.com)*

## **С.А. Иванов, Е.Б. Либенсон, Д.А. Соколов** **Характеристики флюктуаций эхосигналов для многолучевого канала зимой в мелком море**

*Представлены результаты оценки характеристик флюктуаций амплитуды откликов согласованного фильтра в многолучевом канале. Получены зависимости характеристик флюктуаций от разрешающей способности сигналов по времени. Исследования проведены на программном макете для условий мелкого моря, на примере Белого моря зимой.*

*Ключевые слова: гидролокатор, эхосигнал, многолучевой сигнал, интерференция.*

## **S.A.Ivanov, E.B.Libenson, D.A.Sokolov** **Characteristics Of Echo Signal Fluctuations For Multipath Channel In A Shallow Sea In Winter**

*The matched filter response fluctuation characteristics evaluation results for multibeam channel are shown. The fluctuation characteristics dependence on the signal time resolution is obtained. Investigations on simulation software for shallow sea conditions are carried out.*

*Keywords: echo ranging, echo signal, multipath signal, interferation.*

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Агеева Н. С. Звуковое поле сосредоточенного источника в океане // *Акустика океана* / Под ред. Л.М. Бреховских. М.: Наука, 1974.
2. Либенсон Е.Б., Львов К.П. Параметры откликов согласованных фильтров для сигналов с внутриимпульсной модуляцией в многолучевом канале // Докл. 9 Школы-семинара им. акад. Л.М. Бреховских. *Акустика океана*. М.:ГЕОС, 2002.
3. Иванов С.А., Либенсон Е.Б., Чернова А.С. Характеристики флюктуаций откликов согласованного фильтра для многолучевого канала в условиях глубокого моря // Докл. 14 Школы-семинара им. акад. Л.М. Бреховских. *Акустика океана*. М.:ГЕОС, 2013.
4. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М.: Наука, 1965.

### **LITERATURE**

1. Ageeva N. S. Zvukovoe pole sosredotochennogo istochnika v okeane // *Akustika okeana* / Pod. red. L.M. Brekhovskikh. М.:Nauka, 1974.
2. Libenson E.B., L'vov K.P. Parametry otklikov soglasovannykh fil'trov dlya signalov s vnutriimpul'snoy modul'yatsiyey v mnogoluchevom kanale // Dokl. 9 Shkoly-seminara im. akad. L.M. Brekhovskikh. *Akustika okeana*. М.:ГЕОС, 2002.
3. Ivanov S.A., Libenson E.B., Chernova A.S. Kharakteristiki flyuktuatsiy otklikov soglasovannogo fil'tra dlya mnogoluchevogo kanala v usloviyakh glubokogo morya // Dokl. 14 Shkoly-seminara im. akad. L.M. Brekhovskikh. *Akustika okeana*. М.:ГЕОС, 2013.
4. Smirnov N.V., Dunin-Barkovskiy I.V. Kurs teorii veroyatnostey i matematicheskoy statistiki dlya tekhnicheskikh prilozheniy. М.: Nauka, 1965.

*Иванов Сергей Алексеевич, вед. инж. АО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-75-18.*

*Либенсон Евгений Берович, канд. техн. наук, вед. научн. сотр. АО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-74-50.*

*Соколов Дмитрий Андреевич, инж. 1 кат. АО «Концерн «Океанприбор». Конт. тел. (812)499-74-50.*

*Ivanov Sergei Alekseevich, lead engineer, SC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-75-18.*

*Libenson Evgeniy Berovich, Ph.D., senior scientist, SC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-74-50.*

*Sokolov Dmitriy Andreevich, , engineer, SC «Concern «Oceanpribor». Contacts. (812) 499-74-50.*

## **А.В. Желтаков, Д.В. Кокорин, И.Л. Рубанов, С.А. Семенова** **Исследование поведения ГПБА штатной буксируемой части гидроакустической станции для надводных кораблей**

*Приведены результаты исследования поведения буксируемой части станции на испытаниях в Балтийском море.*

*Ключевые слова: буксируемая часть станции, гибкая протяженная буксируемая антенна, система ориентации, носитель буксируемый, углы: курса, крена и дифферента, глубина погружения.*

## **A.V.Zheltakov, D.V.Kokorin, I.L.Rubanov, S.A.Semenova** **Research Of Behaviour Of Towed Array Of Standard Towed Part Of Sonar System For Surface Ships**

*The article presents results of research behavior towed part of station during towage at Baltic Sea.*

*Key words: towed part of station, flexible towed array, system of orientation, tow body, magnetic course, roll, pitch, a immersion depth.*

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Андреев М.Я., Охрименко С.Н., Рубанов И.Л., Шифман Ф.Н. Система позиционирования гибкой протяженной буксируемой антенны. // Гидроакустика, 2007. Вып. 7. С. 30–32.
2. Желтаков А.В., Семенова С.А. Система ориентации гидроакустической гибкой протяженной буксируемой антенны (ГПБА) // Подводные исследования и робототехника. 2011. № 2 (12). С. 56–63.
3. Борисов А.В., Виноградов А.В., Желтаков А.В., Зархин В.И., Ивашкевич А.С., Рубанов И.Л., Семенова С.А. Инструментальное исследование поведения гибкой протяженной буксируемой антенны в условиях мелководья // Гидроакустика, 2015. Вып. 21 (1). С. 82–90.

#### LITERATURE

1. Andreev M.Ya., Ochrimenko S.N., Rubanov I.L., Shifman F.N. Sistema pozitsionirovaniya gibkoy protyazhennoy buksiruемой anteny. // Gidroacustica, 2007. Vyp. 7. S.30–32.
2. Geltakov A.V., Semenova S.A. Sistema orientatsii gidroacusticheskoy gibkoy protyagennoy buksiruемой anteny (GPBA) // Podvodnye issledovaniya I robototekhnika. 2011. №2 (12). S.56–63.
3. Borisov A.V., Vinogradov A.V., Geltakov A.V., Zarhin V.I., Ivashkevich A.S., Rubanov I.L., Semenova S.A. Instrumental'noye issledovanie povedeniya gibkoy protyagennoy buksiruемой anteny v usloviyah melcovodya. // Gidroacustika, 2015. Vyp. 21 (1). S. 82–90.

*Желтаков Андрей Владимирович, вед. инженер АО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. 499-74-79*

*Кокорин Данила Владимирович, вед. инженер АО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. 499-75-33*

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

*Семенова Светлана Анатольевна, инженер Икат. АО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. 499-74-79*

*Zheltakov Andrey Vladimirovich, lead engineer SC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812)499-74-79.*

*Kokorin Danila Vladimirovich, lead engineer SC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812)499-75-33*

*Rubanov Igor Lazarevich, chief of research and development department SC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812) 499-74-79.*

*Semyonova Svetlana Anatolevna, engeneer SC «Concern «Oceanpribor». Contacts (812)499-74-79.*

### **В.Г. Тимошенко,**

#### **Повышение точности определения дистанции с использованием длительных зондирующих сигналов гидролокатора**

*Предложен и оценен метод, который обеспечивает повышение точности определения дистанции при использовании спектральной обработки длительных зондирующих сигналов. Приведены результаты моделирования, получены распределения оценок дистанции при изменениях амплитуд исходных отсчетов с использованием исходных данных, полученных в реальных условиях. Приведены результаты обработки реальных эхосигналов в реальных условиях при наличии реверберационной помехи, которые подтверждают возможность повышения точности определения дистанции предлагаемым методом.*

*Ключевые слова: гидролокация, временная реализация, порог обнаружения, энергетический спектр, амплитуда, отсчет, оценка дистанции, доплеровская составляющая.*

### **V.G. Timoshenkov**

#### **Increase Of Accuracy Of Distance Determination With The Use Of Long Sonar Probing Signals**

*Method which provides increase of accuracy of distance determination with the use of spectral processing of long probing signals is presented and estimated. Modelling results are presented, distributions of distance determination at change of initial readout amplitudes with the use of initial data received in real conditions are obtained. Results of real echo signals processing in real conditions in the presence of reverberation disturbance are presented. They confirm possibility of increase of accuracy of distance determination with the proposed method.*

*Keywords: echo ranging, time realization, detection threshold, power spectrum, amplitude, readout, distance estimation, Doppler component.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вакман Д.Е. Сложные сигналы и принцип неопределённости в радиолокации. М.: Сов. Радио, 1965.
2. Бурдик В.С. Анализ гидроакустических систем. Л.: Судостроение, 1988.
3. Оппенгейм А. Применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1980.
4. Тимошенко В.Г. Патент РФ № 2460093 от 27.05.2011. Способ измерения дистанции.
5. Кузьмин С.З. Цифровая обработка радиолокационной информации. М.: Сов. радио, 1967.

#### LITERATURE

1. Wakman D.E. Slojnie signali I prinzip neopedilenosti v radiolokazi. M.: Sov.radio, 1965.
2. Burdlk W.S. Underwater acoustic system analysis. L.:Sudostroenie, 1988.
3. Oppenheim A. Applications of digital signal processing. M.: Mir, 1980.
4. Timoshenkov V.G., Patent RF № 2460093 ot 27.05.2011. Metod ismerenia distanzii
5. KysmIn S.Z. Zifroway obrabotka radiolokazionnoi informazii. M.: Sov.radio, 1967.

*Тимошенко Валерий Григорьевич, д-р техн. наук, вед. научн. сотр. АО «Концерн «Океанприбор». Контакт. тел. (812)499-74-50*

**О.С. Варламов, Л.В. Колосов, К.В. Маляров**  
**Прохождение звука через пластину из полиарамида**

*Проведены измерения значений коэффициента прохождения звука через пластину из полиарамида, их сравнение с расчетными оценками для модели плоского бесконечного трансверсального слоя из того же материала. Выполнено также их сопоставление с имевшимися ранее результатами для пластин из стеклопластика. Найдено, что в области углов падения волны до 45–50° полиарамид позволяет получить более высокие значения коэффициента прохождения.*

*Ключевые слова: коэффициент прохождения звука; композиционные материалы из полиарамида и стеклопластика; расчеты и измерения коэффициента прохождения*

**O.S. Varlamov, L.V. Kolosov, K.V. Malyarov**  
**Sound Transmission Through Polyaramid Plate**

*Measurements of sound transmission coefficient of a sample of polyaramid plate and their comparison with calculated estimations for a model of flat infinite transversal layer of the same material are carried out. Their comparison with results available earlier for glass-reinforced plastic plates is executed as well. It is found that for angles of wave incidence up to 45–50° polyaramid allows to receive higher values of transmission coefficient.*

*Keywords: sound transmission coefficient; composite materials of polyaramid and glass-reinforced plastic; calculations and measurements of transmission coefficient*

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Шендеров Е.Л. О физических процессах, возникающих при прохождении звука через обтекатель гидроакустической антенны // Гидроакустика. 2002. Вып. 3. С. 1–23
2. Голдовский В.З., Колышницын В.А., Ривкинд В.Н., Таубин А.Г. Акустические характеристики звукопрозрачных оболочек для антенных систем гидроакустических средств //Тр. 11 Всеросс. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». СПб.: Наука, 2012. С. 116–118
3. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы М.: Логос, 2006.
4. Патент США №3858165, 1974, трехслойный обтекатель со средним слоем из органопластика
5. Кушелев В.В. Композиционные материалы на основе полимерных органических волокон. Из иностранного опыта // Технология судостроения. 1975, №7.
6. Патент RU № 2510923, 2012, безреберный обтекатель гидроакустической станции. Таубин А.Г., Ионов А.В., Бувайло Л.Е., Панфилов Н.А., Ильин М.Ю., Ривкинд В.Н.
7. Соляник Ф.И. Прохождение плоских волн через слоистую среду из анизотропных материалов // Акуст. журнал. 1977. Т.23, №6. С.933–938.
8. Шендеров Е.Л. Прохождение звука через трансверсально-изотропную пластину // Акуст. журнал. 1984.Т.30, №1. С.122–129.
9. Справочник по гидроакустике. Л.: Судостроение, 1982. С. 219–222

**LITERATURE**

1. Shenderov E.L. O Fizicheskikh Protsessakh, Voznikayushchikh pri Prokhozhenii Zvuka cherez Obtekatel' Gidroakusticheskoi Antenny // Gidroakustika. 2002. Vyp.3. S. 1–23.
2. Goldovskiy V.Z., Kolyshnitsin V.A., Rivkind V.N., Taubin A.G. Akusticheskie Kharakteristiki Zvukoprozrachnykh Obolochek dlya antenykh Sistem Gidroakusticheskikh Sredstv//Tr. 11 Vseross. Konf. «Prikladnye Tekhnologii Gidrakustiki i Gidrofiziki». SPb.: Nayka, 2012. S.116–118.
3. Bataev A.A., Bataev V.A. Kompozitsionnye Materialy M. : Logos, 2006.
4. Patent USA №3858165, 1974, The Three-layer Dome with Middle Layer from Organoplastic
5. Kuselev V.V. Kompozitsionnye Materialy na Osnove Polimernikh Organic Volocon. Iz inostrannogo opyta// Technologiya Sudostroeniya. 1975, №7.
6. Patent RU № 2510923, 2012, Bezrebernyy Obtekatel' Gidroakusticheskoi Stantsii. Taubin A.G., Ionov A.V., Buvailo L.E., Panfilov N.A., Il'in M.Yu, Rivkind V.N.
7. Solyanik F.I. Prokhozhenie Ploskikh Voln cherez Sloistuyu Sredu iz Anizotropnykh Materialov// Akus. zhurnal. 1977. T.23, №6. S. 933–938.
8. Shenderov E.L. Prokhozhenie Zvuka cherez Transversal'no-Izotropnyuyu Plastinu // Akust. Zhurnal. 1984. T.30, №1. S. 122–129.
9. Spravochnik po gidroakustike. L.: Sudostroenie, 1982. S. 219–222.

*Варламов Олег Сергеевич, вед. инженер ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт.тел (812)499 74 64.*

*Маляров Кирилл Владимирович, канд. техн. наук, вед.научн. сотр. ОАО «Концерн «Океанприбор». Конт.тел (812)499 74 24.*