

## РЕФЕРАТЫ

УДК 534.23:629.127

**Ключевые слова:** обобщённая теория нормальных волн, клиновидный волновод, продольный резонанс, каустическое сечение, вытекающие нормальные волны, энергетические характеристики модельного источника.

Касаткин Б.А., Злобина Н.В., Касаткин С.Б. АНОМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЗВУКОВЫХ ПОЛЕЙ ВБЛИЗИ МОРСКОГО ДНА. ЧАСТЬ 3 // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 4-16.

Сформулированы физические основы перехода к несамосопряжённой модельной постановке граничных задач при описании резонансных явлений в регулярных и нерегулярных (клиновидных) волноводах. Приведены экспериментальные результаты, подтверждающие резонансный характер возбуждения звукового поля в береговом клине, не имеющие адекватного объяснения в рамках классической акустики, использующей самосопряжённую модельную постановку. Физически обоснован процесс трансформации вытекающих нормальных волн в поле типа стоячей волны в каустических сечениях клиновидного волновода с образованием продольного резонанса. Отмечается особый характер резонансных явлений при возбуждении придонной волны, играющей важную роль при разработке средств гидроакустического навигационного обеспечения и средств гидроакустической связи для АНПА дальнего радиуса действия.

УДК 551.46.077:629.584

**Ключевые слова:** автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА), гидролокатор бокового обзора (ГБО), подводные коммуникации, инспекция трубопроводов.

Багницкий А.В., Инзарцев А.В., Павин А.М., Мельман С.В., Морозов М.А. МОДЕЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИНСПЕКЦИИ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ГИДРОЛОКАТОРА БОКОВОГО ОБЗОРА // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 17-23.

Рассматриваются вопросы применения гидролокатора бокового обзора (ГБО) для инспекции подводных коммуникаций (трубопроводов). В качестве носителя ГБО выступает автономный необитаемый подводный аппарат. Решаются задачи обработки эхограмм ГБО для детектирования протяжённого объекта на фоне морского дна, определения его местоположения и использования этой информации для организации движения АНПА вдоль трубопровода. Обсуждаются результаты моделирования процесса отслеживания трубопроводов с использованием ГБО.

УДК 551.46.077:629.584

**Ключевые слова:** автономные подводные роботы, физические поля, аномалии, управление движением, картографирование, динамическая модель.

Киселёв Л.В., Медведев А.В. МОДЕЛИ ДИНАМИКИ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО РОБОТА ПРИ ТРАЕКТОРНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ АНОМАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 24-31.

Рассматриваются вопросы планирования миссий АНПА при автоматизации измерений и картографирования физических полей океана. Траекторное обследование полей основано на поисковом алгоритме с управлением по обобщённым целям (ориентирам). В случае аномального поля задача состоит в оконтуривании области определённого радиуса в зоне поиска и наведении на источник аномалии. С помощью системы компьютерного моделирования исследуются возможные подходы к решению этой и других аналогичных задач.

УДК 681.883.054, 551.462.8

**Ключевые слова:** синтезированная апертура, гидролокатор, многоканальная антенна, сигнальная обработка, когерентность, анализ гидролокационных данных.

Агафонов И.Б., Золотарёв В.В., Мадисон Е.А. АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ГИДРОЛОКАЦИОННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ СИНТЕЗИРОВАНИЯ АПЕР-

ТУРЫ АНТЕНН // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 32-40.

Анализируются результаты эксперимента по накоплению многоканальных гидролокационных данных и даётся оценка их применимости для формирования синтезированной апертуры. Рассматриваются структура гидролокационного комплекса «Синтез», методы анализа и постобработки гидролокационных и навигационных данных. Из анализа следуют оценки качества полученных экспериментальных данных и работоспособности комплекса. Перечислены задачи по усовершенствованию аппаратуры и алгоритмов синтеза гидролокационной апертуры.

УДК 681.883:551.462

**Ключевые слова:** гидролокатор бокового обзора, гидролокационное изображение, моделирование, компьютерная графика, графический ускоритель.

Хмельнов А.Е., Золотарёв В.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 41-48.

На основе анализа принципов работы гидролокатора бокового обзора (ГБО) рассмотрены вопросы моделирования гидролокационных изображений. Показано, что для отладки алгоритмов распознавания гидролокационных образов и принятия на их основе решений на борту автономного подводного аппарата в ряде случаев более приемлемы смоделированные изображения. На базе трёхмерной компьютерной графики и графических ускорителей разработаны технологии генерации модельных ГБО-изображений с использованием шейдеров, позволяющие создавать весьма реалистичные модели.

УДК 551.46:550.3:551.5

**Ключевые слова:** интерферометр, лазерно-интерференционные методы, гидроакустика, гидроакустические сигналы, гидросферное давление, поверхностное морское волнение.

Долгих Г.И., Будрин С.С., Долгих С.Г., Ковалёв С.Н., Плотников А.А., Чупин В.А., Швец В.А., Яковенко С.В. ЛАЗЕРНО-ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 49-58.

Приведён обзор по созданным лазерно-интерференционным системам, предназначенным для измерения вариаций гидросферного давления в частотном диапазоне от 0 до 1000 Гц. Приведённые результаты обработки экспериментальных данных демонстрируют огромные возможности данных систем по изучению природы вариаций гидросферного давления звукового и инфразвукового диапазонов: гидроакустических сигналов различной сложности, поверхностных и внутренних морских волн, собственных колебаний акваторий, приливов. Отмечены значительные преимущества разработанных устройств при измерении вариаций гидросферного давления над уровнями, волнографами, донными станциями.

УДК 534.222.629.584

**Ключевые слова:** гидроакустическая навигация, автономный источник сигналов, имитатор АНПА, экспериментальная апробация.

Безответных В.В., Буренин А.В., Моргунов Ю.Н., Тагильцев А.А. МОБИЛЬНЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПОДВОДНОЙ НАВИГАЦИИ // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 59-63.

Описаны основные системы и характеристики аппаратно-программного комплекса, разработанного в ТОИ ДВО РАН для проведения экспериментов, направленных на исследование влияния гидрофизических процессов в морской среде на качество решения навигационных задач с применением стационарных акустических маяков.

УДК 551.465:550.347

**Ключевые слова:** гидрологические/геолого-геофизические исследова-

ния, сейсмоакустика, донные осадки.

Самченко А.Н., Пивоваров А.А., Кошелева А.В. РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАЛИВА ПОСЬЕТА // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 64-68.

Представлены результаты фоновых гидрологических исследований, сейсмоакустических работ и геологического опробования донных осадков в заливе Посьета, проведённые авторами в 2007–2009 гг. Гидрологические данные представляют собой вертикальные профили гидрологических и акустических параметров водной толщи в весенний, летний и осенний периоды времени. Показан пример обобщения геолого-геофизических и гидрологических данных по акустическим параметрам среды вододонные осадки.

УДК 550.4:553.98:552.578

**Ключевые слова:** метан, потоки, перенос, источники, Японское море.

Мишукова Г.И., Пестрикова Н.Л., Мишуков В.Ф., Яновская О.С. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА И РАСЧЕТ ЕГО ПОТОКОВ НА ГРАНИЦЕ ВОДА-АТМОСФЕРА НА АКВАТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ В ТЕПЛЫЙ СЕЗОН // Подводные исследования и робототехника. 2011. №1(11). С. 68-74.

В сентябре-октябре 2010 г. на акватории северо-западной части Японского моря наблюдались повышенные концентрации метана в поверхностных морских водах. Летние температуры воды и значительные скорости ветров вызвали интенсивное выделение метана в атмосферу из морской воды, причем в шельфовых районах потоки метана значительно выше, чем в мористой части акватории. Сравнение экспериментальных данных и результатов расчета переноса водных масс, содержащих растворенный метан, свидетельствует о том, что район эпицентра землетрясения может выступать в роли источника поступления метана в морскую среду.

**Key words:** generalized theory of normal waves, wedge-shaped waveguide, longitudinal resonance, caustic section, leakage normal waves, power characteristics of modeling source.

Kasatkin B.A., Zlobina N.V., Kasatkin S.B. ANOMALOUS PROPERTIES OF SOUND FIELDS NEAR SEA BOTTOM. PART 3 // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 4-16.

Physical bases of transition to non self-conjugate modeling statement of boundary problems are formulated at the description of the resonant phenomena in regular and irregular (wedge-shaped) waveguides. The experimental results confirming resonant character of sound field excitation in a coastal wedge, not having an adequate explanation within the limits of the classical acoustics using self-conjugate modeling statement, are resulted. Process of transformation of leakage normal waves to the field of standing wave type in caustic sections of wedge-shaped waveguide with formation of a longitudinal resonance is physically proved. Special character of the resonant phenomena at excitation of subbottom wave playing the important role by development of hydroacoustic navigating maintenance and means of long-range hydroacoustic communication for AUV is marked.

**Keywords:** autonomous underwater vehicle (AUV), side scan sonar (SSS), underwater communication, pipelines inspection.

Bagnitskiy A.V., Inzartsev A.V., Pavin A.M., Melman S.V., Morozov M.A. A MODEL SOLUTION OF AN AUTOMATIC UNDERWATER PIPELINES INSPECTION PROBLEM USING SIDE SCAN SONAR // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 17-23.

The problems of side scan sonar (SSS) application for inspection of underwater communications (pipelines) are considered. The autonomous underwater vehicle as SSS-carrier is applied. The problems of SSS-echogram processing for extended object detection on a sea-bottom, its position determination and

use of this information for organization of AUV motion along the pipeline are solved. The model results of pipelines tracking with the use of SSS are discussed.

**Keywords:** autonomous underwater robots, physical fields, anomalies, motion control, mapping, dynamical model.

Kisel'ov L.V., Medvedev A.V. DYNAMICS MODELS AND CONTROL ALGORITHMS OF AUTONOMOUS UNDERWATER ROBOT IN TRAJECTORY INSPECTION OF THE PHYSICAL FIELDS ANOMALIES // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 24-31.

AUV mission planning for automation of measurements and mappings of ocean physical fields are considered. Trajectory field inspection is based on search algorithm with reference point control. The problem consists in areas contouring of certain radius in a zone of search and move to anomaly source for anomalous field. By means of computer modeling system possible approaches to the decision of this and other similar problems are investigated.

**Keywords:** synthetic aperture, sonar, multichannel array, signal processing, coherence, sonar data analysis.

Agafonov I.B., Zolotar'ov V.V., Madison E.A. ANALYSIS OF PRIMARY SONAR DATA APPLICABILITY FOR SYNTHESIZING THE APERTURE OF ANTENNAS // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 32-40.

Results of the experiment on acquiring multichannel sonar data are analyzed and estimation of data applicability for creating the synthetic aperture is given. Structure of "Sintez" sonar complex is examined along with methods of analysis and postprocessing of sonar and navigational data. As a result of the analysis, evaluation of experimental data quality and operability of the complex is provided. Tasks on improvement of equipment and algorithms of sonar aperture synthesis are defined.

**Key words:** side-scan sonar, sonar image, simulating, computer graphics, graphics accelerator.

Hmel'nov A.E., Zolotar'ov V.V. SIMULATING THE SONAR IMAGES BY USING THE GRAPHICS

ACCELERATORS // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 41-48.

Based on analysis of the principles of side-scan sonar (SSS), the issues of simulating sonar images are examined. It is shown that for debugging recognition algorithms of sonar images and making decisions based on them aboard an autonomous underwater vehicle, in some cases more acceptable simulated images. On the base of three-dimensional computer graphics and graphics accelerators the technologies of model SSS-images generation are developed. With the use of shaders it is possible to create very realistic sonar models.

**Key words:** interferometer, laser-interference methods, hydroacoustics, sonar signals, hydrostatic pressure, sea surface agitation

Dolgikh G.I., Budrin S.S., Dolgikh S.G., Kovalev S.N., Plotnikov A.A., Chupin V.A., Shvets V.A., Yakovenko S.V. Laser-interference receiving systems of measurement of hydrosphere pressure variations // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 49-58.

The device and the work principle of laser-interference receiving systems intended for measurement of hydrosphere pressure variations with the description of their technical characteristics is considered in paper. Application of modern laser-interference methods has allowed creating the unique receiving systems, capable to spend measurement of hydrosphere pressure variations in a frequency range from 0 up to 1000 Hz and more at the level of background oscillations. The ground tests are spent using the frequency-stabilized and semiconductor lasers, and also Michelson interferometers of unequal and equal-arm types the laser measuring instruments of hydrosphere pressure variations.

**Keywords:** hydroacoustic navigation, autonomous source of signals, AUV simulator, experimental approbation.

Bezotvetnyh V.V., Burenin A.V., Morgunov Y.N., Tagiltsev A.A. MOBILE HARDWARE-SOFTWARE SYSTEM FOR STUDIES IN THE FIELD OF UNDERWATER NAVIGATION // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 59-63.

Basic systems and characteristics of the hardware-and-software com-

plex which was designed in POI FEB RAS for carrying out experimental researches directed to hydrophysical process influence in marine environment on quality of the solving of a navigational problem with the fixed acoustic beacons application are described.

**Key words:** hydrological/geological-geophysical studies, seismoacoustics, bottom sediment.

Samchenko A.M., Pivovarov A.A., Kosheleva A.V. RESULTS OF HYDROLOGICAL AND GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL STUDIES IN THE GULF OF POSSIET // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 64-68.

The results of the background hydrological studies, works and seismic geological sampling of bottom sediments in the Gulf of Possiet conducted by the authors in 2007–2009. Hydrological data are the vertical profiles of hydrological and acoustic parameters of the water column in spring, summer and autumn periods. The example of synthesis of geological, geophysical and hydrological data on the acoustic parameters of the medium water - bottom sediment.

**Key words:** methane, fluxes, simulation, sources, the Sea of Japan.

Mishukova G.I., Pestrikova N.L., Mishukov V.F., Yanovskaya O.S. DISTRIBUTION OF METHANE AND CALCULATION OF ITS FLUXES ON THE BOUNDARY OF THE SEAWATER - ATMOSPHERE IN THE NORTHWESTERN PART OF THE SEA OF JAPAN IN WARM SEASON // Underwater Investigation and Robotics. 2011. №1(11). P. 68-74.

High concentrations of methane were measured in surface seawaters of northwestern part of the Sea of Japan at September-October 2010. Intensive outputs of methane from sea to atmosphere were observed by effects of warm temperature of water and increased wind speed. Methane fluxes at coastal shelf zone were higher than at open sea areas. Comparison between experimental results and simulation of trajectories of water mass containing dissolved methane gave conclusions that epicenter of earthquakes can act in a role of a source of methane input to marine environment.