

УДК 551.46.077:629.584

Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, подводные роботы, источники энергии, солнечная энергия, волновая энергия, крыльевые системы, гидродинамика.

Агеев М.Д. **КОНЦЕПЦИЯ АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО СОЛНЕЧНУЮ ЭНЕРГИЮ И ЭНЕРГИЮ МОРСКОГО ВОЛНЕНИЯ** // Подводные исследования и робототехника. 2008. № 2(6). С. 4–15.

Повышение автономности АНПА связано с развитием новых энерготехнологий, основанных как на применении высокочастотных электрохимических источников тока, так и на утилизации природных источников энергии. Большое значение придается нетрадиционным источникам энергии, таким, как солнечная и волновая. Результаты многолетних работ по созданию солнечного АНПА (САНПА) получили отражение в докладах на международных конференциях и ряде журнальных статей и монографий. Вопросы использования энергии морского волнения также обсуждались в ряде выступлений, но результаты этих исследований не были опубликованы. Материалом для данной статьи послужили рукописи статей и отчетов, в которых изложены основные идеи и детальные обоснования концепции АНПА на нетрадиционных источниках энергии.

УДК 551.46.077:629.584

Ключевые слова: моделирование траекторного сигнала, алгоритм синтеза апертуры гидролокатора, траекторные нестабильности, автофокусировка.

Костоусов А.В., Костоусов В.Б. **МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЛОКАТОРА БОКОВОГО ОБЗОРА С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ** // Подводные исследования и робототехника. 2008. № 2(6). С. 16–29.

В работе рассматриваются алгоритмы обработки траекторного сигнала и построение синтезированного эхолокационного изображения (ЭЛИ), которое формируется гидролокатором бокового обзора. Модель траекторного сиг-

нала строится с помощью специализированного алгоритма обратной трассировки лучей. Разработаны формат и алгоритмические средства представления трехмерной модели местности. Разработан метод описания отражающих характеристик поверхностей и объектов с помощью локационных текстур. Приводятся результаты численного моделирования эхолокационных изображений. Исследуются особенности алгоритма синтеза ЭЛИ и пути компенсации искажений изображения из-за траекторных нестабильностей, в частности, изучается метод автофокусировки изображения по сигналам точечных отражателей.

УДК 551.46.077:629.584

Ключевые слова: подводные роботы, гидроакустические сигналы, гидролокационные изображения, методы сжатия и фильтрации.

Сай С.В., Шоберг А.Г., Бурдинский И.Н., Наумов Л.А., Золотарев В.В. **АЛГОРИТМЫ АНАЛИЗА И ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ГИДРОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ** // Подводные исследования и робототехника. 2008. № 2(6). С. 30–42.

В работе представлены алгоритмы обработки и анализа подводных изображений. В их числе фильтрация, сжатие, временная автоматическая регулировка усиления, редактирование, измерение навигационных параметров. Данные алгоритмы реализованы в виде компьютерной программы-редактора, которая прошла успешные испытания в системах технического зрения подводных роботов, созданных в ИПМТ ДВО РАН.

УДК 551.46.077:629.584

Ключевые слова: подводные роботы, электромагнитный гидролокатор, протяженные объекты, приемные сигналы.

Кукарских А.К., Павин А.М. **ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ГИДРОЛОКАТОРА ПОДВОДНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРИЕМНЫХ СИГНАЛОВ** // Подводные исследования и робототехника. 2008. № 2 (6). С. 43–48.

В статье обсуждается метод расчета приемных сигналов электро-

магнитного гидролокатора (ЭМГ) при движении вблизи протяженного электропроводного объекта (кабеля или трубопровода). Метод расчета иллюстрируется на примере конкретной конструкции ЭМГ, установленного на автономном необитаемом подводном аппарате (АНПА), при рассмотрении антенной системы в дипольном приближении и использовании прямого метода расчета напряженности электромагнитного поля на поверхности электропроводных объектов в морской воде.

УДК 551.46.077:629.584

Ключевые слова: подводные роботы, система управления, внешняя среда, представление информации, база данных, программные миссии, планирование движения (маршрута).

Бычков И.В., Максимкин Н.Н., Ульянов С.А., Хмельнов А.Е., Андреев П.Э. **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНОГО РОБОТА** // Подводные исследования и робототехника. 2008. № 2 (6). С. 49–57.

В статье представлены результаты исследований, связанных с разработкой базы данных пространственных наблюдений (БДПН) для системы управления АНПА. База данных предназначена для сбора информации о состоянии внешней среды и ее последующего встраивания в систему управления. Рассматриваются следующие задачи: представление информации о рельефе с использованием триангуляции; поиск кратчайшего пути на триангуляции с учетом ограничений на допустимые для АНПА траектории; выбор порядка выполнения задач с учетом информации о внешней среде.

В рассматриваемых алгоритмах планирования используются оценочные функции, позволяющие учесть ограничение на допустимый дифферент при движении подводного аппарата и оценить степень пересеченности рельефа в неисследованных областях. Работа прототипа БДПН была протестирована в вычислительных экспериментах на модели АНПА, в ходе которых была показана возможность перепланирования миссии с учетом накопленной в БДПН информации.

УДК 534.222

Ключевые слова: подводный звуковой канал, зональная структура акустического поля, акустические сигналы, гидрологические условия, дальняя навигация.

Безответных В.В., Буренин А.В., Войтенко Е.А., Моргунов Ю.Н. **ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОЙ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ НА ПРОТЯЖЕННЫХ ТРАССАХ ПРИ СЛОЖНЫХ ГИДРОЛОГО-АКУСТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ И ПЕРЕМЕННОМ РЕЛЬЕФЕ ДНА** // Подводные исследования и робототехника. 2008. № 2 (6). С. 58–63.

Анализируются результаты экспериментальных исследований особенностей распространения низкочастотных акустических импульсных сигналов из шельфа в глубокое море, которые позволили разработать технологию управления подводными объектами на расстояниях в сотни километров с применением стационарных источников навигационных и связанных сигналов, не требующих длинных кабельных линий.

УДК 534.222.2; 551.463.2

Ключевые слова: рассеяние звука, лазерная флуориметрия, мелкомасштабная структура, планктон, хлорофилл, доплеровский метод.

Букин О.А., Буланов А.В., Боровой Д.И., Буланов В.А., Корсков И.В., Коротенко А.А., Майор А.Ю., Попов П.Н., Салюк П.А., Стороженко А.В. **ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕЛКОМАСШТАБНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ МЕТОДАМИ АКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ЛАЗЕРНОЙ ФЛУОРИМЕТРИИ** // Подводные исследования и робототехника. 2008. № 2 (6). С. 63–73.

Представлены результаты исследований структуры мелкомасштабных неоднородностей в заливе Петра Великого Японского моря с применением акустического зондирования и лазерной флуориметрии. Акустические исследования основывались на методе обратного рассеяния звука и доплеровском измерении структуры течений. Акустические методы позволяли

оценить вклад достаточно крупных фазовых включений, составляющих гетерогенные неоднородности в деятельном слое моря: крупный планктон (в основном зоопланктон), рыба, твердые взвеси, пузырьки газа и др. Метод лазерной флуориметрии позволял оценить концентрацию хлорофилла и растворенного органического вещества в морской воде, что дает возможность оценить распределение фитопланктона в море. Выявлена сложная пространственная структура мелкомасштабных неоднородностей приповерхностного слоя моря и проанализированы характерные вариации глубины залегания термоклина, связанные с приливными течениями и внутренними волнами различных масштабов. Показано, что метод акустического и лазерного зондирования позволяет изучать мелкомасштабную структуру водной среды в шельфовой части моря и ее пространственно-временную изменчивость, связанную с проявлением внутренних волн, наличием пузырьков, планктона, турбулентных образований, твердых взвесей.

ABSTRACTS

Key words: autonomous underwater vehicle, underwater robots, power sources, solar energy, wave energy, winged systems, hydrodynamics

Ageev M.D. **THE CONCEPT OF AN AUV USING A SOLAR ENERGY AND ENERGY OF MARINE DISTURBANCE** // Underwater Investigation and Robotics. 2008. № 2 (6). P. 4–15.

The increase of an autonomy AUV is connected to development new energy technologies, based on application of high capacious electrochemical sources of a current and also on salvaging of natural power sources. The large significance is added to non-traditional power sources by such, as solar and wave. The results of long-term researches on creation solar AUV (SAUV) have received a reflection in the reports on international conferences both number of the journal articles and monographers. The problems of use of energy of marine disturbance also were discussed in a number of

represents, but the results of these researches were not published. As a material for the given article the manuscripts of the articles and reports have served. in which the main ideas and detail substantiations of the concept AUV on non-traditional power sources are stated.

Keywords: trajectory signal simulation, synthetic aperture sonar processing algorithm, motion errors, autofocus.

Koustousov A.V., Koustousov V.B. **SIMULATION OF SYNTHETIC APERTURE SIDE-SCAN SONAR DEVICE** // Underwater Investigation and Robotics. 2008. № 2 (6). P. 16–29.

The paper is devoted to trajectory signal processing algorithms and synthetic aperture image construction for the side-scan sonar. Trajectory signal simulation is performed using specialized backward ray tracing algorithm. 3D-scene description format and appropriate geometry simulation means are developed. Innovatory technique for scene reflectivity simulation is proposed which is based on the sonar texture concept. Numerical simulation results of sonar images are presented. Features of synthetic aperture sonar processing algorithm and several approaches to compensation of motion errors are discussed. In particular autofocus correction method based on point scatters response is investigated.

Keywords: underwater robots, hydroacoustic signals, underwater sonar images, methods of compression and filtration.

Say S.V., Shoberg A.G., Burdinskiy I.N., Naumov L.A., Zolotarev V.V. **ALGORITHMS OF THE ANALYSIS AND DIGITAL PROCESSING OF UNDERWATER SONAR IMAGES** // Underwater Investigation and Robotics. 2008. № 2 (6). P. 30–42.

In work the algorithms of processing and analysis of underwater sonar images are represented. Among them filtration, compression, temporary automatic adjustment of an amplification, editing, measurement of navigational parameters. These algorithms are realized as a computer program -

editor, which has tested in visions of underwater robots created in IPMT FEB RAS.

Key words: underwater robots, electromagnetic underwater sonar, extended objects, receiving signals.

Kukarskikh A.K., Pavin A.M. ELECTROMAGNETIC SONAR PARAMETERS OPTIMIZATION BASED ON DIFFERENTIAL DESIGN RECEIVER SIGNALS PROCEDURE // Underwater Investigation and Robotics. 2008. № 2 (6). P. 43–48.

Design procedure of electromagnetic sonar (EMS) signals near underwater metal pipeline-like object is considered in this paper. EMS allocate on autonomous underwater vehicle. Calculations are based on electromagnetic field direct calculation method on conductors surface in sea water and dipole description of EMS antennal system is used. Worked example of the design signals procedure is cited for real EMS arrangement.

Keywords: underwater robots, control system, external environment, submission of an information, data base, program missions, planning of movement (traffic).

Bychkov I.V., Maksimkin N.N., Ulyanov S.A., Hmel'nov A.E., Andreev P.E. REPRESENTATION OF ENVIRONMENT INFORMATION IN CONTROL SYSTEM OF UNDERWATER ROBOT // Underwater Investigation and Robotics. 2008. № 2(6). P. 49–57.

The article presents the results of research work aimed at development of spatial observations database (SODB) for control system of AUV. The SODB is designed for collection of information about underwater environment to be able to use this information later in the control system. The following problems are

considered: representation of the observed relief using triangulation; finding the shortest path on triangulation with regard to the constraints on the admissible AUV trajectories; choosing the best order of execution of mission goals based upon the environment information. The planning algorithms under consideration use the estimation functions, which make it possible to take into account the constraints on the allowable for AUV motion angles of different and to assess the extent of relief bumpiness in the unexplored areas. The SODB prototype was tested by a series of computational experiments using the simplified AUV model, which succeeded to demonstrate the capability to change the mission plan due to taking into account a new information collected into SODB.

Keywords: the underwater sound channel, a zone structure of acoustic field, acoustic signals, hydrological conditions, far distant navigation.

Bezotvetnyh V.V., Burenin A.V., Voytenko E.A., Morgunov Y.N. EVALUATIONS OF AN EFFECTIVE VELOCITY OF DISTRIBUTION OF LOW-FREQUENCY PHASE-MANIPULATED SIGNALS ON EXTENDED ROUTES FOR COMPLICATED HYDROLOGY-ACOUSTIC CONDITIONS AND VARIABLE BOTTOM RELIEF // Underwater Investigation and Robotics. 2008. № 2(6). P. 58–63.

In this work, we analyze the results of experimental studies of the propagation of low-frequency broadband pulse signals from shelf to deep sea. This allowed us to develop the technique of control underwater objects at the distance about hundred kilometers with application stationary sources of navigation and communication signals without long cable lines.

Keywords: sound scattering, laser fluorescence, small-scale structure, plankton, chlorophyll, Doppler method.

Bukin O.A., Bulanov A.V., Borovoy D.I., Bulanov V.A., Korskov I.V., Korotenko A.A., Mayor A.Yu., Popov P.N., Saluk P.A., Storozhenko A.V. THE STUDY OF SMALL-SCALE INHOMOGENEITIES STRUCTURE IN THE SHELF ZONE BY ACOUSTIC SOUNDING AND LASER FLUORESCENCE METHODS // Underwater Investigation and Robotics. 2008. № 2(6). P. 63–73.

Results of researches of structure small-scale inhomogeneities in Peter the Great Bay of The Sea of Japan with using of acoustic sounding and laser fluorescence are presented. Acoustic researches were based on a method of sound backscattering and Doppler effect of current measurement. Acoustic methods allowed to estimate the contribution of the large phase inclusions in heterogeneous inhomogeneities of active layer of the sea: the large plankton (basically, a zooplankton), fish, solid suspensions, gas bubbles, etc. Method of laser fluorescence allowed to estimate concentration of a chlorophyll and the dissolved organic matter in sea water that gives the chance to estimate phytoplankton distribution in the sea. The complicated spatial structure of small-scale inhomogeneities of subsurface sea layer is detected and characteristic variations of thermocline depth, connected with tidal currents and internal waves of various scales are analyzed. It is shown, that the method of acoustic and laser sounding allows to study small-scale structure of the water environment in a shelf zone of the sea and its spatio-temporal variability connected with internal waves, presence of bubbles, plankton, turbulent formations, solid suspensions.