

УДК 551.46.077:629.584

**Ключевые слова:** подводные роботы, управление, планирование миссий, среда разработки, визуальное программирование

Инзарцев А.В., Матвиенко В.Ю. ВИЗУАЛЬНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ // Подводные исследования и робототехника. 2008. №1(5). С. 5-10.

Описывается система планирования миссий для автономных необитаемых подводных аппаратов. Приводится краткий обзор современных средств визуального программирования, применяемых для составления заданий для роботов. Главным образом внимание уделяется средствам, основанным на парадигме программирования потоков данных. Перечислены функциональные возможности, технологии планирования и представления задания, основные архитектурные принципы создаваемой системы.

УДК 629.58:681.5

**Ключевые слова:** автономный необитаемый подводный аппарат, система управления, программная платформа, унифицированный функциональный интерфейс, унифицированные базы данных

Севрюк А.Н., Сенин Р.А. ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СОБЫТИЕНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА // Подводные исследования и робототехника. 2008. №1(5). С. 11-15.

Рассматриваются вопросы организации событийно-ориентированной системы управления (СУ) АНПА на основе СУБД РВ. Использование БД позволяет упростить процесс создания, отладки и модернизации программного обеспечения АНПА. Обеспечивается также поддержка сменного оборудования АНПА, оптимизация использования ресурсов бортовой сети АНПА, а также облегчается интеграция СУ АНПА со средой визуального моделирования. Описываются требования к разрабатываемой СУ и механизмы их реализации, приводится пример использования унифицированного функционального интерфейса.

УДК 551.46.077:629.584

**Ключевые слова:** автономный необитаемый подводный аппарат, система управления, алгоритм, нечеткая логика, гидродинамика, типовой (элементарный) режим движения

Киселев Л.В., Медведев А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ ТИПОЛОГИИ ПРОЦЕССОВ И МОДЕЛЕЙ НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ // Подводные исследования и робототехника. 2008. №1(5). С. 16-23.

Исследуются динамические свойства автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА) при осу-

ществлении «типовых» режимов пространственного движения. За основу принято представление многообразия пространственных движений в виде динамических модулей с присущими им характеристиками и задачами управления. При формировании алгоритмов управления в условиях неполной или недостоверной информации используются методы нечеткой логики. В качестве конкретного примера рассматривается динамическая модель известного подводного аппарата и алгоритм управления движением в задаче приведения к заданной цели при действии возмущений.

УДК 629.58:681.5

**Ключевые слова:** подводные роботы, бортовые автономные и акустические системы, подледные исследования, Арктика

Ваулин Ю.В., Инзарцев А.В., Каморный А.В., Киселев Л.В., Матвиенко Ю.В., Рылов Н.И., Рылов Р.Н. НАВИГАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО РОБОТА И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ // Подводные исследования и робототехника. 2008. №1(5). С. 24-31.

Рассматривается опыт создания и практического применения интегральной навигационной системы автономного подводного робота, осуществляющего заданные программные миссии в сложных и экстремальных условиях среды. Обсуждаются состав, характеристики и способы коррекции навигационных данных, полученных с помощью бортовой автономной, гидроакустической и спутниковой систем. Приводятся данные морских натурных испытаний навигационного комплекса в составе подводного робота «Клавесин» и результаты его опытной эксплуатации при работе подо льдом в высоких широтах Арктики при обследовании хребта Ломоносова.

УДК 551.46.077:629.584

**Ключевые слова:** автономный необитаемый подводный аппарат, приведение, навигация, акустический маяк

Павин А.М. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПРИВЕДЕНИЕ АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО РОБОТА К ГИДРОАКУСТИЧЕСКОМУ МАЯКУ // Подводные исследования и робототехника. 2008. №1(5). С. 32-38.

Обсуждаются вопросы навигации и управления автономным необитаемым подводным аппаратом во время приведения его в район, обозначенный гидроакустическим маяком. Дается описание математического и алгоритмического обеспечения программного модуля, осуществляющего управление подводным аппаратом. Приводятся результаты морских испытаний.

УДК 551.46.077:629.584

**Ключевые слова:** подводные роботы, гидроакустическая навигация и управление, сложные сигналы, натурный эксперимент

Бурдинский И.Н., Матвиенко Ю.В., Миронов А.С., Рылов Р.Н. О ПРИМЕНЕНИИ СЛОЖНЫХ СИГНА-

ЛОВ В ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ // Подводные исследования и робототехника. 2008. №1(5). С. 39-46.

Разработан информационно-измерительный комплекс с использованием технологии FPGA, позволяющий в реальном масштабе времени с высокой точностью обрабатывать шумоподобные гидроакустические навигационные и управляющие сигналы. Представлены результаты натурных испытаний макета разработанного комплекса в условиях мелкого моря.

УДК: 534.222.

**Ключевые слова:** подводный волновод, стохастическое моделирование, зональная структура акустического поля, случайная компонента поля скорости звука, слабоотражающие подводные объекты

Сальников Б.А., Сальникова Е.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В СЛУЧАЙНО-НЕОДНОРОДНЫХ ПОДВОДНЫХ ВОЛНОВОДАХ // Подводные исследования и робототехника. 2008. №1(5). С. 47-57.

Приведены результаты численного моделирования распространения звука в случайно-анизотропных рефракционных подводных волноводах. Определены информативные признаки искажений зональной структуры акустических полей, вызванных природной стохастичностью гидрологических полей и термоклинными линзами. Предложена структура экспертной системы обнаружения термоклинных линз на фоне природной стохастичности гидрологических полей.

УДК 534.222.2; 551.463.2

**Ключевые слова:** рассеяние звука, мелкомасштабная структура, планктон, деятельный слой океана

Буланов В.А. К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БИОМАССЫ В ДЕЯТЕЛЬНОМ СЛОЕ ОКЕАНА ПО ДАННЫМ О РАССЕЙНИИ ЗВУКА // Подводные исследования и робототехника. 2008. №1(5). С. 58-65.

Обсужден вопрос о связи между коэффициентом рассеяния звука  $m_v$  и распределением биомассы в морской среде. Основой для рассмотрения этого вопроса являются известная формула для коэффициента рассеяния, включающая различные полуэмпирические зависимости сечения рассеяния на одиночном включении и два типа функций распределения включений по размерам - степенное и гауссовское. Полученная система уравнений позволяет по данным о коэффициенте рассеяния оценить важную характеристику биопродуктивности водных масс - массовую концентрацию включений и их суммарное количество в интервале размеров. Представлены сравнительные оценки концентрации планктона по данным о рассеянии звука, полученным в кругосветной экспедиции на паруснике «Надежда» в 2003-2004 гг., а также в шельфовой части Японского моря.

**Keywords:** autonomous underwater vehicle, robot, control, mission planning, development environment, visual programming

Inzartsev A.V., Matvienko V.Yu. VISUAL MISSION DEVELOPMENT ENVIRONMENT FOR AUTONOMOUS UNDERWATER ROBOTS // Underwater Investigation and Robotics. 2008. №1(5). P. 5-10.

The article is devoted to description of the developing mission planning environment for AUV. A brief overview of modern visual programming tools used for robot task planning is done. The attention is paid mainly to those, based on data flow programming paradigm. Main features, mission planning and representation techniques and basic design principles of the emerging system are enumerated.

**Keywords:** autonomous underwater vehicle, control system, software platform, unified functional interface, unified data bases

Sevryuk A.N., Senin R.A. SOFTWARE PLATFORM FOR AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE EVENT-DRIVEN CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT // Underwater Investigation and Robotics. 2008. №1(5). P. 11-15.

The issues of the organization of an AUV event-driven control system (CS) based on real-time DBMS are considered in this work. The usage of a DB allows to simplify the development process, debugging and updating an AUV software. Also it provides support of various replaceable equipment, onboard network resources optimization and integration of AUV control system with the visual modelling environment. Requirements to CS are described and mechanisms of their realization are implemented as examples of applying of the unified functional interface.

**Keywords:** autonomous underwater vehicle, control system, algorithm, fuzzy logic, hydrodynamics, «simple» motion mode

Kiselyov L.V., Medvedev A.V. RESEARCH OF AUV DYNAMIC FEATURES ON BASIS OF PROCESSES TYPOLOGY AND FUZZY CONTROL MODELS // Underwater Investigation and Robotics. 2008. №1(5). P. 16-23.

Dynamic features of the Autonomous Underwater Vehicle (AUV) at «simple» mode realization of the spatial motion are researched in article. Presentation of the variety of the spatial motion in the form of dynamic modules with inherent him feature and problem of control is accepted for base. For behavioral layout of control in condition incomplete information or invalid data are used methods of fuzzy logic. Dynamic model of the known AUV and algorithm of the movement to goal with external resistance is considered for concrete example.

**Keywords:** underwater robots, onboard autonomous and acoustic systems, under-ice research, the Arctic

Vaulin Yu.V., Inzartsev A.V., Kamorny A.V., Kiseljev L.V., Matvienko Yu.V., Rylov N.I., Rylov R.N. POSITING SYSTEM OF THE AUTONOMOUS UNDERWATER ROBOT AND FEATURES OF ITS USE IN ARCTIC CONDITIONS // Underwater Investigation and Robotics. 2008. №1(5). P. 24-31.

The work examines the experience in developing and applying the integrated positioning system of the autonomous underwater robot performing the preset program missions in a severe and extreme environment. It discusses the structure, characteristics and methods for correcting positioning data obtained from the onboard autonomous, acoustic and satellite systems. The paper also outlines the data from the full-scale sea tests of the navigation system as part of the underwater robot "Klavesin-1P" and results of its trial performance during under-ice operations of the Lomonosov range survey in the high latitudes of the Arctic.

**Key words:** autonomous underwater vehicle, guiding system, navigation, single beacon

Pavin A.M. AUTOMATIC AUV GUIDING TO HYDROACOUSTIC BEACO // Underwater Investigation and Robotics. 2008. №1(5). P. 32-38.

Navigation and autonomous underwater vehicle movement control questions during guiding to single long-base hydro-acoustic beacon are considered in this paper. The mathematical model description of guiding system and vehicle movement control algorithms are proposed. Field test results are discussed.

**Key words:** underwater robots, hydroacoustic navigation and control, complicate signal, nature experiment

Burdinsky I.N., Matvienko Yu.V., Mironov A.S., Rylov R.N. THE APPLICATION OF COMPLEX SIGNALS IN HYDROACOUSTIC CONTROL AND POSITIONING SYSTEMS OF UNDERWATER ROBOTS // Underwater Investigation and Robotics. 2008. №1(5). P. 39-46.

The informational-measuring complex based on FPGA units for real-time digital processing the spread-spectrum hydroacoustic signals with high accuracy is developed. Results of experiment in shallow water

conditions show the prospect of using devices with such technology.

**Keywords:** underwater waveguide; zone structure of acoustic field; stochastic modeling; random component for sound velocity field

Salnikov B.A., Salnikova E.N. MODELING AND RESEARCH OF ZONE STRUCTURE OF ACOUSTIC FIELDS IN RANDOM INHOMOGENEOUS UNDERWATER WAVEGUIDES // Underwater Investigation and Robotics. 2008. №1(5). P. 47-57.

The results of numerical modeling of sound propagation in the random anisotropic refracting underwater waveguides are presented in the this paper. An informative characteristic distortions of zone structure of acoustic fields which coursed by natural stochasticity of hydrologic fields and thermo-cline lenses is presented. A structure of the expert system detection of thermo-cline lenses on the background natural stochasticity of hydrologic fields has been proposed.

**Key words:** sound scattering, small-scale structure, a plankton, an active layer of ocean

Bulanov V.A. ON THE ESTIMATION OF BIOMASS DISTRIBUTION IN AN ACTIVE LAYER OF OCEAN USING THE DATA OF SOUND SCATTERING // Underwater Investigation and Robotics. 2008. №1(5). P. 58-65.

The question on the relationship between sound scattering coefficient and biomass distribution in the sea media is discussed. The basis for consideration of this question is the known equation for sound scattering coefficient which includes both various semi-empirical dependences for cross section area of sound scattering by single inclusion and power-series distribution and Gaussian distribution for inclusions on the sizes. Having the data on sound scattering in the sea the system of the equations allows to estimate the important characteristic of biological efficiency of water mass - the mass concentration of inclusions and their total quantity in an interval of the sizes. Comparative estimations of plankton concentration based on the sound scattering data obtained both in round-the-world expedition on a sailing vessel «Nadezhda» in 2003-2004 and in a shelf part of the Sea of Japan are submitted.

