

РЕФЕРАТЫ

УДК 551.46.07

Ключевые слова: вариации плотности воды, интеллектуальный подводный робот, регулирование плавучести и дифферента, управление движением, гидравлические насосы, натурные испытания.

Гой В.А., Костенко В.В. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПЛАВУЧЕСТИ И ДИФФЕРЕНТА АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО РОБОТА // Подводные исследования и робототехника. 2016. № 1 (21). С. 4–14.

При создании автономного подводного робота, предназначенного для высокоточных измерений характеристик физических полей, решается задача построения системы динамического позиционирования с минимумом шумовых помех. В частности, это относится к синтезу системы регулирования плавучести и дифферента, обеспечивающей высокое качество управления (позиционирования) по глубине погружения при отсутствии шумов, влияющих на работу измерительных систем. При разработке такой системы был использован метод перекачивания рабочей жидкости из гидравлических контейнеров в емкости изменяемого объема. Целью исследований в данной работе является разработка конструктивного облика и алгоритмов управления системы, обеспечивающей экономное и бесшумное регулирование плавучести и угла дифферента подводного аппарата малого водоизмещения. При этом были определены требования к управляющим воздействиям на основе возможного разброса плотности воды и заданных диапазонов регулирования угла дифферента и скорости вертикального движения. Разработанная математическая модель системы учитывает экспериментальные характеристики привода и влияние глубины погружения на производительность насосов. Определены оптимальные характеристики электродвигателя и гидравлического насоса, соответствующих заданным значениям динамических параметров. Алгоритмы управления системой оперируют оценками перекачиваемых объемов рабочей жидкости в зависимости от числа оборотов насоса. Принятое конструкторское решение позволяет представить облик системы, интегрированной в структуру автономного подводного аппарата. Экспериментальный образец системы успешно прошел бассейновые и натурные испытания в составе АНПА, созданного в ИПМТ ДВО РАН в последние годы. В процессе этих испытаний выполнены калибро-

вочные измерения системы в бассейне и подтверждена возможность бесшумной стабилизации глубины погружения подводного аппарата в натуральных условиях.

УДК 629.5.083.2

Ключевые слова: телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА), освидетельствование корпуса судна, износ, дефектоскопия, неразрушающий контроль.

Вельтищев В.В., Егоров С.А., Григорьев М.В., Gladkova O.I., Баскакова Е.В. РОБОТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ СУДНА // Подводные исследования и робототехника. 2016. № 1 (21). С. 15–24.

Важнейшим фактором безопасности плавания судов является поддержание исправного технического состояния подводных частей элементов их корпусов. Для присвоения, возобновления или подтверждения класса судна в соответствии с требованиями правил Российского морского регистра судоходства необходимо обязательное освидетельствование данного средства, которое включает обследование его подводной части. Такая инспекция может производиться при нахождении судна не только в сухом доке, но и на плаву. При этом на сегодняшний день переход на безлюдные технологии проведения периодического осмотра указанных подводных объектов становится все более актуальной задачей. Особенности проведения такого типа работ определяют необходимость выработки принципиально новых подходов к созданию специализированных робототехнических подводных средств. В статье сформулированы основные требования к процедуре освидетельствования судна на стадиях оценок износа корпусных конструкций и изменений первоначальной формы корпуса, определения нарушений целостности элементов корпуса и оценки технического состояния судовых устройств. Обоснована концепция создания телеуправляемых подводных средств для проведения сплошного осмотра с определением рационального способа движения и рассмотрением конструктивной схемы модульного аппарата. Описаны принципы построения диагностической аппаратуры, приведен пример функционального состава информационно-управляющей части подводного робототехнического комплекса. По результатам проведенных работ оценены достижимые точности испытанных навигационных систем, сделаны выводы о корректности реализованных алгоритмов, необходимости их совер-

шения и внесении модификаций в состав аппаратуры разработанного прототипа подводного телеуправляемого комплекса. Выявлена существующая на сегодняшний день ограниченная практическая применимость роботизированной технологии освидетельствования подводной части судна на плаву и сформулировано необходимое условие для введения её в практику.

УДК 621.31

Ключевые слова: Бесконтактная передача электроэнергии, автономный инвертор напряжения, последовательная резонансная цепь, высокочастотный трансформатор, снижение тока инвертора, уменьшение тепловых потерь транзисторов, повышение КПД, выбор конденсатора.

Герасимов В.А., Красковский М.В., Кувшинов Г.Е., Филоженко А.Ю. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕСКОНТАКТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА АВТОНОМНЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ // Подводные исследования и робототехника. 2016. № 1 (21). С. 24–30.

Рассмотрена структура системы энергообеспечения автономного необитаемого подводного аппарата. Показана актуальность использования бесконтактного способа передачи электроэнергии. Отмечена особенность такого способа, связанная с применением высокочастотного трансформатора, первичная и вторичная обмотки которого разделены немагнитным зазором, обуславливающего низкий коэффициент магнитной связи и значительный ток намагничивания. Исследованы проблемы снижения выходного тока инвертора и уменьшения тепловых потерь его транзисторных ключей. Предложен способ разгрузки силовых ключей автономного инвертора напряжения за счёт включения последовательной резонансной цепи параллельно первичной обмотке трансформатора. Это решение позволило снизить ток силовых ключей инвертора примерно в три раза и при этом сохранить уровень передаваемой мощности. Представлены результаты схмотехнического моделирования и экспериментального исследования режимов работы бесконтактной системы энергообеспечения автономного подводного аппарата с применением резонансной цепи, включённой на выходе автономного инвертора. Отмечено хорошее совпадение результатов моделирования и эксперимента. Проведён анализ зависимости мощностей реактивных

элементов резонансной цепи и инвертора от относительной резонансной частоты, определяемой отношением собственной частоты резонансной цепи к частоте коммутации ключей инвертора. Показан подход к формированию компромиссного решения, позволяющего определить значение относительной резонансной частоты и дать рекомендации по выбору конденсатора последовательной резонансной цепи.

УДК 551.46.077:629.584

Ключевые слова: автономные необитаемые подводный и водный аппараты, навигация, мобильный гидроакустический маяк, гидроакустическая навигационная система с синтезированной длиной базой.

Дубровин Ф.С., Щербатюк А.Ф. О МЕТОДЕ ОЦЕНИВАНИЯ ТОЧНОСТИ РАБОТЫ ОДНОМАЯКОВОЙ МОБИЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДВОДНОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ ВОДНОГО АППАРАТА, ОСНАЩЕННОГО DGPS // Подводные исследования и робототехника. 2016. № 1 (21). С. 31–40.

Одним из основных элементов мобильного навигационного комплекса для автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА) является гидроакустическая навигационная система с синтезированной длиной базой. Принцип действия данной системы основан на использовании одного навигационного маяка, буксируемого обеспечивающим судном или автономным необитаемым водным (движущимся по поверхности моря) аппаратом (АНВА). При работе системы с помощью модемной гидроакустической связи производится обмен пакетами навигационных данных между АНПА и мобильным маяком и измеряется время распространения акустического сигнала между ними. Навигационная привязка разработанной системы обеспечивается с помощью DGPS, мобильная часть которой установлена на АНВА. Для определения местоположения АНПА используются два вида навигационной информации: информация о дальности до мобильного гидроакустического маяка и данные системы счисления пути АНПА. Для оценки точности навигационного комплекса производится сравнение алгоритмов, основанных на расширенном фильтре Калмана и фильтре частиц. Результаты морских испытаний разработанной гидроакустической навигационной системы с синтезированной длиной базой в составе морского робототехнического комплекса

МАРК, включающего АНПА и АНВА, подтверждают ее работоспособность и демонстрируют достаточно высокую точность ее работы.

УДК 681.883.67.001:621.396.677

Ключевые слова: гидролокаторы бокового обзора, диаграмма направленности, затухание звука, обратное рассеяние, численное моделирование.

Золотарёв В.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАПРАВЛЕННОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГИДРОЛОКАТОРА БОКОВОГО ОБЗОРА // Подводные исследования и робототехника. 2016. № 1 (21). С. 41–45.

При разработке высокочастотных гидролокаторов бокового обзора (ГБО) большое значение помимо главных параметров – дальности действия и разрешающей способности по углу и по дистанции – имеют свойства диаграммы направленности (ДН) в вертикальной плоскости. Для формирования диаграммы направленности при ГБО-съемке для расширения зоны обзора обычно используются главный лепесток диаграммы и один-два боковых лепестка. Глубокие минимумы («нули») диаграммы направленности, разделяющие главный лепесток и боковые лепестки, приводят к потере эхо-сигнала на небольших участках ближней зоны обзора. Визуально это проявляется на эхোগрамме в виде темных вертикальных полос, тянущихся вдоль донной линии. Расширение главного лепестка вертикальной ДН, можно осуществить уменьшением поперечной апертуры антенны. Таким путем можно устранить «нули» ДН, однако при этом снижается дальность действия ГБО. Проблема может быть решена построением гидролокаторных антенн со специфической формой диаграммы направленности в вертикальной плоскости, в частности, «косекансных» антенн. По сравнению с радиолокационными разработками в гидролокации помимо законов обратного рассеяния необходимо учитывать гидрологические факторы. К ним относится прежде всего затухание звука в воде в зависимости от частоты и дистанции до цели. Для разработки антенн с требуемыми характеристиками используются методы численного моделирования. Модель антенны с диаграммой направленности, подобной «косекансной», выполнена в среде MATLAB. На основе модели изготовлен рабочий макет в виде экспериментальной антенной секции. Положительные результаты, полученные в процессе испытаний макета, могут быть

положены в основу создания эффективных антенн ГБО.

УДК 534.23

Ключевые слова: векторное звуковое поле, обобщенное модельное решение, комбинированный гидроакустический приемник, низкочастотный источник звука, проходная характеристика, мелко-масштабные вихревые структуры, угловая компонента ротора вектора интенсивности.

Касаткин Б.А., Злобина Н.В., Касаткин С.Б., Злобин Д.В., Косарев Г.В. ВИХРЕВОЙ ОСЦИЛЛЯТОР В ВОЛНОВОДЕ ПЕКЕРИСА // Подводные исследования и робототехника. 2016. № 1 (21). С. 46–55.

Обобщенная теория волновых процессов в слоистых средах прогнозирует генерацию мелкомасштабной вихревой составляющей (МВС) вектора интенсивности на горизонте источника, расположенного в волноводе Пекериса. Звуковое поле, соответствующее МВС, называется вихревым осциллятором. Вихревая составляющая, являясь составной частью медленной обобщенной волны, возбуждается комплексным угловым спектром модельного источника и поэтому отсутствует в классическом решении граничной задачи Пекериса, которое построено в классе аналитических функций на плоскости комплексного спектрального параметра с разрезом Ивинга–Жардецьки–Пресс (EJP). Модельные расчеты показывают, что медленная обобщенная волна вносит заметный вклад в суммарное звуковое поле только на частотах, близких к первой критической. При дальнейшем увеличении частоты ее вклад в суммарное поле уменьшается и выделение вихревых структур на горизонте источника становится затруднительным. Верификация модельного описания мелкомасштабных вихревых структур проведена путем сравнения с экспериментальными данными, полученными ранее в условиях мелкого моря на низких частотах. Результаты теоретических оценок параметров вихревого осциллятора хорошо согласуются с экспериментальными данными.

УДК 551.46.077:629.584

Ключевые слова: Температура, стратификация, инверсный слой, температурная аномалия, температурный след, тепловое поле, радиоизотопный термоэлектрогенератор, термоградиентометр, термогириянда, магнитометр.

Максимов А.А., Гичев Д.В., Высоцкий В.Л., Филиппов А.С., Тагильцев А.А.,

Черанев М.Ю., Гончаров Р.А. ПОИСК АВАРИЙНО ЗАТОПЛЕННОГО РАДИОИЗОТОПНОГО ТЕРМОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ПО ТЕПЛОВОМУ ПОЛЮ В ПРИДОННОМ СЛОЕ МОРСКОЙ ВОДЫ // Подводные исследования и робототехника. 2016. № 1 (21). С. 56–65.

Изложены вопросы подготовки и проведения комплексной экспедиции по поиску аварийно затопленного радиоизотопного термоэлектродвигателя (РИТЭГ) у мыса Низкий о-ва Сахалин в Охотском море. В лаборатории прикладной механики сплошных сред ИБРАЭ РАН выполнено теоретическое обоснование, а на гидрофизическом полигоне ТОИ ДВО РАН – натурный эксперимент, подтверждающие применимость метода поиска РИТЭГ по его тепловому следу. В экспедиции для поиска РИТЭГ использовались разработанные в ТОИ ДВО РАН термоградиентометр и термогирлянда, а также оборудование, включающее морской буксируемый магнитометр, СТ-профилограф, подводную видеокамеру и погружной гамма-радиометр. В экспедиции на акватории 75 км² получены оценки стратификации температуры морской воды в узлах топографической сетки с шагом 500±50 м, выделены инверсные слои в придонном слое морской воды до 2–3 м над грунтом, выполнена классификация их на принадлежность к техногенному тепловому источнику, находящемуся на дне. Обнаружен участок, на котором устойчивая инверсия температуры в придонном слое проявлялась одновременно с реакцией магнитометра и который ввиду вероятности присутствия заиленного искомого объекта требует дообследования.

УДК 550.84: 549.905.

Ключевые слова: инженерное проектирование, строительство, морское дно, потоки пузырей метана, газогидраты, зоны разломов, робототехника.

Обжиров А.И., Болобан А.В., Веникова А.Л. ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РОБОТОТЕХНИКА В ИНЖЕНЕРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ НА МОРСКОМ ДНЕ // Подводные исследования и робототехника. 2016. № 1 (21). С. 66–71.

В процессе газогеохимических исследований, выполненных с 1985 по 2015 г. в Охотском море, было обращено внимание на участие потоков газа, газогидратов, зон разломов в нарушении поверхности дна. В воде и донных осадках определялись метан, тяжелые углеводороды (C₂-C₄), углекислый газ, кислород, азот, гелий и водород. По изменению

концентраций газовых компонентов и их количества отмечено, что существуют периоды сейсмо-тектонической активизации и стабилизации. В Дальневосточном регионе сейсмическая активизация по газогеохимическим критериям началась с 1990 г., и она продолжается в настоящее время. В период с 1990 по 2015 г. в Охотском море возникло более 500 потоков пузырей метана в связи с сейсмо-тектонической активизацией. Именно в районе выходов пузырей газа (преимущественно метана) и газогидратов нарушается поверхность дна, появляются ямы, бугры ниже или выше поверхности дна на 10–20 м, в осадке появляются слои и фрагменты газогидратов, карбонатные конкреции, поля бентоса и другие изменения. Кроме того, важно помнить, что потоки метана являются взрывоопасными (в смеси с воздухом около 9% метана). При инженерном проектировании эти особенности необходимо изучать и учитывать.

В настоящее время все больше требуется выполнение инженерного проектирования строительства на морском дне: прокладка трубопроводов, установка буровых платформ, строительство прибрежных портов, терминалов и других сооружений. Для инженерного проектирования необходимо знать ряд геологических критериев, которые следует учитывать для выбора безопасного участка строительства на морском дне. В работе рассматриваются некоторые геологические, газогеохимические критерии – потоки пузырей метана, газогидраты, зоны разломов, землетрясения, которые требуется изучать при инженерном проектировании и строительстве на морском дне. Надежность и эффективность изучения морского дна заложена в выполнении комплекса исследований. Важными являются геофизические, газогеохимические, гидроакустические, батиметрические измерения. Обычно они выполняются на научно-исследовательских судах. Более детальные и точные характеристики дна можно получить с использованием робототехники. Совместные исследования геологическими и робототехническими методами дают возможность находить безопасные инженерные решения для проектирования строительных объектов.

ABSTRACTS

Keywords: variations in the density of water, intelligent AUV, buoyancy and trim control system, motion control, pressure-expenditure pump, simulation of movement, full-scale tests.

Goy V.A., Kostenko V.V. BUOYANCY AND TRIM CONTROL OF AUTONOMOUS UNDERWATER ROBOTS // Underwater Investigation and Robotics. 2016. № 1 (21). P. 4–14.

When creating an autonomous underwater robot designed for high-precision measurements of physical fields characteristics, the problem of building a dynamic positioning system with a minimum of noise interference is being solved. This is particular true for synthesis of the regulatory system of buoyancy and trim. Such system provides high quality control (positioning) by depth of immersion in the absence of noise affecting the operation of measuring systems. When designing such a system, the method of working fluid pumping from hydraulic containers into variable volume containers was used. The aim of research in this paper is the development of a practical design and system control algorithms, providing an economical and silent adjustment of buoyancy and trim angle for small underwater vehicles. At the same time we identified the requirements to managing impacts on the basis of a possible change of the density of water and preset control range of the trim angle and vertical velocity. The developed mathematical model of the system takes into account the experimental drive performance and impact of the depth of immersion on the performance of pumps. The optimal characteristics of the electric motor and hydraulic pump corresponding to specified values of dynamic parameters were identified. Control algorithms operate the rated volume of pumped working fluid depending on the number of revolutions of the pump. Accepted design solution allows to represent appearance of the system integrated into the structure of an autonomous underwater vehicle. Experimental model system has successfully passed the tank and field tests as part of the AUV, created in IMTP FEB RAS in recent years. During these tests system calibration measurement were performed in the tank and the possibility of silent depths stabilizing of the underwater vehicle descending in natural conditions is confirmed.

Keywords: remotely operated vehicle (ROV), inspection of the ship hull, deterioration, inspection, nondestructive testing (NDT).

Veltishchev V.V., Egorov S.A., Grigorev M.V., Gladkova O.I., Baskakova E.V. UNDERWATER SURVEY OF VESSELS WITH ROBOTIC TECHNOLOGY // Underwater Investigation and Robotics. 2016. № 1 (21). P. 15–24.

The most important factor of ship's safety navigation is good technical condition

of the underwater parts of their hulls. For the assignment, renewal or confirmation of vessel class according to requirements of the Russian Maritime Register the mandatory certification must be given. It includes inspection of underwater part of the ship. Such an inspection can be carried out not only in dry dock but while the ship is afloat. Application of unmanned technology for periodic inspection of underwater objects is becoming an increasingly urgent problem now. The specific of the inspection efforts determines the need for a fundamentally new approach to the design of specialized robotic underwater vehicles. The article contains the basic requirements to the procedure of inspection of the vessel: deterioration assessment of hull structures, changes from the original shape of the hull, determination of violations in joints and evaluation of the technical condition of ship devices. Also the article explains the concept of development of a new class remotely operated vehicle (ROV) for continuous inspection. A rational way of movement, modular unit constructive scheme, the principles of diagnostic, an example of the functional scheme of the information and control system of underwater robotic, as well as the results of experimental tests of the developed prototype underwater remotely operated complex equipment were described. In conclusion a necessary condition of implementation of proposed technology into practice was formulated and explained why practical applicability of underwater survey of vessels with robotic technology is limited.

Keywords: contactless transmission electricity, autonomous voltage inverter, serial resonance circuit, high frequency transformer, reducing current of the inverter, reduction of heat loss transistors, increase efficiency, capacitor selection.

Gerasimov V.A., Kraskovskiy M.V., Kuvshinov G.E., Filozhenko A.Yu. IMPROVING THE EFFICIENCY OF CONTACTLESS ELECTRICITY TRANSMISSION ON AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE // Underwater Investigation and Robotics. 2016. № 1 (21). P. 24–30.

The structure of power supply system for autonomous underwater vehicle is analyzed. Topicality of the use of contactless electrical power transmission method is detailed. Specific character of this method is described. It is connected with the use of high-frequency transformer. Its primary and secondary windings are separated by non-magnetic clearance causing a low magnetic coupling ratio and significant magnetization current. The problems of inverter output current decrease and

heat loss reduction in its transistor switches are investigated. Unloading method of power switches of autonomous voltage inverter due to the inclusion of a serial resonance circuit in parallel with the primary winding of the transformer is proposed. This solution promoted for three-fold lowering of the current of inverter power switches and saving the transmission capacity. The results of circuit simulation and experimental research of operating modes of the contactless power supply system of autonomous underwater vehicle are presented. A resonant circuit connected at the output of autonomous inverter was used. Good agreement simulation and experimental results is observed. The relationship analysis between power of the reactive elements in the resonant circuit and inverter and the relative resonant frequency determined by the ratio of own frequency of the resonant circuit to the frequency of commutation of inverter switches is conducted. The approach to the formation of compromise solution that allows determining the relative value of the resonant frequency and giving recommendations on selection of the serial resonance circuit capacitor is proposed.

Keywords: autonomous unmanned underwater and surface vehicles, navigation, mobile sonar beacon, acoustic positioning system with synthesized long base line.

Dubrovin F.S., Scherbatyuk A.Ph. ON THE METHOD TO ESTIMATE OPERATION OF SINGLE MOBILE BEACON POSITIONING SYSTEM OF UNDERWATER VEHICLE WITH THE HELP OF SURFACE VEHICLE EQUIPPED WITH DGPS // Underwater Investigation and Robotics. 2016. № 1 (21). P. 31–40.

One of the main elements of the mobile navigation system for autonomous underwater vehicle (AUV) is a synthesized long baseline hydroacoustic navigation system. The principle of the system operation is based on using a navigation beacon transported by a support ship or autonomous surface vehicle (ASV), moving along the surface of the sea. During the operation of the system, a hydroacoustic modem communication is used for navigation data packages exchange between the AUV and the mobile beacon, and simultaneously the propagation time of the acoustic signal is measured. The navigation basis of the developed system is provided by the DGPS, whose mobile (rover) part is mounted on the ASV. Two types of navigation data are used for AUV positioning: the range measurements to the mobile hydroacoustic beacon and the data from the onboard autonomous (dead-reckoning) navigation system

of AUV. The comparison of the algorithms based on the extended Kalman filter and the particle filter is performed to evaluate the accuracy of the developed navigation system. The results of sea trials, executed by using the marine autonomous robotic complex MARC, consisting of AUV and ASV, confirm the efficiency and demonstrate a high enough accuracy of the developed synthesized long baseline hydroacoustic navigation system.

Keywords: side-scan sonar, directivity pattern, sound attenuation, backscattering, numerical modeling.

Zolotarev V.V. OPTIMIZATION THE DIRECTIONAL CHARACTERISTICS OF HIGH-FREQUENCY SIDE SCAN SONAR // Underwater Investigation and Robotics. 2016. № 1 (21). P. 41–45.

In designing of high-frequency side-scan sonars (SSS) the properties of the directional pattern in the vertical plane are of a great importance in addition to the main characteristics, such as operating range and angle/distance resolution. Primary beam and one or two side lobes are usually used to form directional pattern in SSS survey. Deep minimums (“zeros”) in a directional beam pattern separating main beam and side lobes lead to very weak echo-signals in small areas at near viewing zone of SSS. They are visually displayed on the echogram as dark vertical stripes that extend along the sea-bottom line. The main beam of the vertical directional pattern may be expanded by a simple reduction of the transverse aperture array. It eliminates such “zeros”, but leads to unacceptable reduction of sonar operating range. Creating a sonar transducer (antenna) with a specific form of the directional pattern in the vertical plane is a difficult task. One of the specific forms of antenna known in the field of radar technology is so-called “cosecant” antenna. Unlike radar developments, in the sonar technologies the specific hydrologic laws must be taken into account. They include backscattering of sound and especially attenuation of sound in water depending on the frequency and the distance to the target. Numerical modeling allows facilitating the task of developing the antennas with the required characteristics. The model of SSS transducer with the directional pattern, similar to cosecant form was performed in the “MATLAB” environment. The working prototype of SSS antenna was manufactured in the form of an experimental shortened transducer on the basis of this numerical model. The positive results achieved in the tests of working prototype may form the basis for creation of effective.

Keywords: vertical sound field, generalized model solution, combined sonar receiver, low-frequency sound source, transit pattern, small-scale vortical structures, angular component of rotor of intensity vector.

Kasatkin B.A., Zlobina N.V., Kasatkin S.B., Zlobin D.V., Kosarev G.V. VORTICAL OSCILLATOR IN PEKERIS WAVE-GUIDE. THEORY AND EXPERIMENT // Underwater Investigation and Robotics. 2016. № 1 (21). P. 46–55.

Generalized theory of the wave processes in layered media predicts a generation of small-scale vortical component (SVC) of an intensity vector on horizon of a source located in the Pekeris wave guide. The sound field corresponding to SVC is called a vortical oscillator. The vortical component as a constituent part of slow generalized wave is excited by a complex angular spectrum of model source. Therefore it is absent in the classical solution of the Pekeris boundary problem, which is constructed in a class of analytic function on a plane of complex spectral parameter with Ewing–Jardetzky–Press cut (EJP). Model calculations show that slow generalized wave stands out in the total sound field only at frequencies near the first critical one. With further increase of frequency, its contribution to the total field decreases, and the allocation of vortex structures on the horizon of the source becomes difficult. The verification of model description of a small-scale vortex structures by comparison with experimental data obtained at the low frequencies in the shallow sea is carried out. The results of the theoretical estimation of the vertical oscillator parameters show good agreement with the experimental data.

Keywords: temperature, stratification, inverse layer, temperature anomaly, thermal trace, thermal field, radioisotope thermoelectric generator, thermal-gradient meter, thermal string, magnetometer.

Maksimov A.A., Gichev D.V., Vysotsky V.L., Filippov A.S., Tagiltsev A.A., Cheranov M.Yu., Goncharov R.A. THE SEARCH OF

THE EMERGENCY FLOODED RADIO-ISOTOPE THERMOELECTRIC GENERATOR BY TRACKING ITS THERMAL FIELD IN A SEABED // Underwater Investigation and Robotics. 2016. № 1 (21). P. 56–65.

The problems of preparation and undertaking of a complex expedition on the emergency flooded radioisotope thermoelectric generator (RTG) near cape Nizkiy of Sakhalin Island in the Sea of Okhotsk are described.

The theoretical justification was examined in the laboratory of applied mechanic of a continuum IBRAE RAS, and the experiment in natural environment was done in the hydrophysical test area of POI FEB RAS. The experiment approved an applicability of the method of RTG searching by tracking its thermal trace.

Developed in POI FEBRAS thermal gradient meter, thermal string and equipment that include towed magnetometer, ST-profiler, underwater video camera and submersible gamma-radiometer were used in the expedition of RTG searching.

In the expedition the estimates of a stratification of the sea water temperature in a node of a topographic grid with a step of 500 ± 50 m were made on a water area of 75 km^2 . The inverse layers in near-bottom water column (2-3 m above bottom) were allocated and classified due to inhering to man-caused thermal source located on the bottom.

The area was located where a stable inversion of temperature was occurred simultaneously with magnetometer reaction. Due to possibility of localization of searching object located under layer of silt the area needs to be additionally examined.

Keywords: design engineering, construction, sea bottom, methane fluxes, gas hydrates, fault zones, robotics.

Obzhairov A.I., Boloban A.V., Venikova A.L. GAS GEOCHEMICAL SURVEYS AND ROBOTICS IN DESIGN ENGINEER-

ING ON SEA BOTTOM // Underwater Investigation and Robotics. 2016. № 1 (21). P. 66–71.

In the course of gas geochemistry surveys carried out from 1985 till 2015 in the Okhotsk Sea attention was paid to gas fluxes, gas hydrates, and fault zones damaging sea bottom surface. Methane, heavy hydrocarbons (C₂-C₄), CO₂, N₂, He, and H₂ were analyzed in bottom sediments and water. Based on changes in concentrations and quantity of gas components the periods of seismic-tectonic activity and stability periods were observed. In the Far-Eastern region this process started in 1990 and continues now. More than 500 methane fluxes originated in the Okhotsk Sea from 1990 till 2015 due to seismic-tectonic activity. In the places of methane fluxes and gas hydrate origination the seabed is damaged, wells and paps (valleys and mountains) 10-20 m deep are formed, layers and fragments of gas hydrates, carbonate concretions, benthos and other modification appear. It is important to remember that mixture of 9% methane with air is explosive. It must be taken into account in sea bottom projects engineering.

Nowadays sea bottom engineering is much requested for pipelining, construction of oil-gas platforms, ports, terminals and other facilities. Geological criteria shall be taken into account in selection of safe sea bottom construction site. Some geological and gas geochemical characteristics are examined in the paper. These are gas fluxes, gas hydrates, fault zones, and earthquakes. Accuracy and efficiency of sea bottom surveys form the basis of suite of studies. Geology, geophysics, hydroacoustics and bathymetry characteristics are of a great importance. They are usually provided by research vessels. More detailed information may be received with the help of robotics. Joint investigations allow obtaining save engineering solutions to design construction facilities on sea bottom.

