

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. Ширшова РАН
МГТУ им. Н.Э. Баумана**

XII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ» (МСОИ-2011)

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Том II

МОСКВА 2011

УДК 551.46.07
ББК 26.221, М 34

Современные методы и средства океанологических исследований.

Материалы XII Международной научно-технической конференции «МСОИ-2011»: в 2 т. - М. АПР, 2011.

ISBN 978-5-904761-21-9

Том 2 - 276 с. : цв. ил. ISBN 978-5-904761-23-3

В настоящем издании представлены доклады ученых-океанологов, инженеров, аспирантов и студентов, посвященные созданию и эксплуатации технических средств и методов исследования и освоения Мирового океана.

В томе II рассмотрены технологии подводных исследований и поисковых работ, опыт проектирования и эксплуатации подводных аппаратов и роботов, возможности применения информационных технологий для обеспечения океанологических исследований, а также водолазная техника и методы её использования.

This publication presents the reports of scientists, oceanographers, engineers, and students dedicated to the creation and operation of technical means and methods of research and exploration of the oceans.

In Volume II we consider the technology undersea research and search operations, experience in design and operation of underwater vehicles and robots, the possibility of using information technology to support oceanographic research, as well as diving equipment and methods for its use.

Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 11-05-06037), Отделения наук о Земле РАН.

Редакционная коллегия: д.т.н. Римский-Корсаков Н.А.,
д.г.н. Жулёва Е.В., к.т.н. Зарецкий А.В.

Все доклады публикуются в авторской редакции.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ «МСОИ-2011»

1. Лаверов Н.П. академик, вице-президент РАН, *председатель*
2. Нигматулин Р.И. академик РАН, директор ИО РАН, *сопредседатель*
3. Смирнов Г.В. академик РАН, зав. лабораторией ИО РАН, *сопредседатель*
4. Римский-Корсаков Н.А. д.т.н., зам. директора ИО РАН, *сопредседатель*
5. Еремеев В.Н. академик НАНУ, директор «Центра морских исследований» (Украина), *сопредседатель*
6. Нерсесов Б.А. д.т.н., гл.н.с., ИО РАН, *сопредседатель*
7. Зарецкий А.В. к.т.н., вед.н.с., ИО РАН, *ученый секретарь*
члены Оргкомитета:
8. Алексеев А.В. чл.-корр. РАН, гл.н.с. ИО РАН
9. Саркисян А.С. академик РАН
10. Жмур В.В. д.ф.-м.н., нач. управления РФФИ
11. Марш Ричард директор фирмы «Tritech» (Великобритания)
12. Фишер Джек директор фирмы «JW FISHER MFG» (США)
13. Коллинз Марк директор фирмы «SMD Hydrovision» (Шотландия)
14. Хони Джон директор фирмы «Shark Marin» (Канада)
15. Дуков Никола президент компании «Геосервис» (Болгария)
16. Иванов В.А. академик НАНУ, директор Морского гидрофизического института (Украина)
17. Грачев Ю.М. к.ф.-м.н., зам. директора ИО РАН
18. Пронкин А.П. ген. директор НПО «Южморгеология»
19. Владимиров М.В. зам. директора департамента МЧС РФ
20. Лобковский Л.И. чл.-корр. РАН, зам. директора ИО РАН
21. Флинт М.В. д.б.н., зам. директора ИО РАН
22. Добролюбов С.А. чл.-корр. РАН, зам. декана географического факультета МГУ
23. Суконкин С.Я. к.т.н., директор «ОКБ океанологической техники» РАН
24. Вельтищев В.В. к.т.н., зав. каф. МГТУ им.Н.Э.Баумана
25. Смирнов А.В. к.т.н., ученый секретарь НИИСМ МГТУ им.Н.Э.Баумана

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
Содержание	4
IV. ТЕХНОЛОГИИ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОИСКОВЫХ РАБОТ, ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ И РОБОТЫ	
1. Римский-Корсаков Н.А., Сагалевич А.М., Егоров А.В., Островский А.Г., Зарецкий А.В., Розман Б.Я., Скалацкий О.Н. Автономные и телеуправляемые средства подводных исследований	11
2. Сагалевич А.М. Подводные аппараты в научных исследованиях и подводно-технических работах	18
3. Суконкин С.Я. Технология подводных исследований и поисковых работ, подводные аппараты и роботы	20
4. Алексеев Ю.К. Дальневосточная школа подводной робототехники. (К 80-летию со дня рождения академика М.Д. Агеева)	21
5. Вельтищев В.В. Нейросетевой подход к прогнозированию технического облика необитаемого подводного аппарата	24
6. Вайнерман М.И., Минин М.В., Пономарев Л.О., Эделев О.К. Многофункциональная подводная станция, обеспечивающая выполнение поисковых, научно-исследовательских работ, а также обследование грунтов при работе на глубоководных шельфовых месторождениях	28
7. Горлов А.А. Энергетика океана для океанологических исследований	31
8. Горлов А.А., Серых В.Я. Преобразователи энергии волнения для средств океанологических измерений	35
9. Горлов А.А., Серых В.Я. Преобразователи энергии течений для средств океанологических измерений	40
10. Горлов А.А., Серых В.Я. Преобразователи тепловой энергии океана для средств океанологических измерений	44
11. Черненко К.В. Структурное моделирование поисковых средств телеуправляемых подводных аппаратов	48
12. Блинцов В.С., Надточий В.А. Особенности построения системы управления манипулятором подводного аппарата-робота в условиях действия внешних возмущений	51

13. Молчанов А.В. Особенности синтеза алгоритмов локальных контуров управления движением подводных аппаратов	55
14. Новиков В.И., Черненко К.В. Использование САЕ COSMOSFlo Works для расчёта гидродинамических характеристик подводных аппаратов	58
15. Куценко А.С., Егоров С.А., Вельтищев Вит.В. Организация сетевого взаимодействия в компьютерном тренажёре для подготовки операторов телеуправляемых подводных аппаратов	60
16. Егоров С.А., Молчанов А.В., Куценко А.С. Особенности построения системы управления малогабаритного осмотрового телеуправляемого подводного аппарата	64
17. Дубровин Ф.С., Туфанов И.Е., Щербатюк А.Ф. Малогабаритный автономный необитаемый подводный аппарат для выполнения групповых операций	66
18. Егоров А.В., Афанасьев В.Н., Лежнин В.А., Римский-Корсаков Н.А., Лискин В. А., Пронин А.А. Подводный буксируемый видеомодуль комплекса обнаружения и оценки ресурсов морских газогидратных месторождений	69
19. Римский-Корсаков Н. А., Пронин А.А. Идентификация подводных объектов, обнаруженных в ходе исследования дна водоемов гидролокационными методами	72
20. Корчагин Н.Н., Пронин А.А., Римский-Корсаков Н.А. Гидролокатор бокового обзора как средство исследования характеристик придонного слоя океана	77
21. Литвиненко С.Л. Разработка и экспериментальные исследования гидроакустической системы определения местоположения подводных объектов	81
22. Нерсесов Б.А., Афанасьев М.С. Комплексное использование буксируемого магнитометра и бортовых средств обнаружения и идентификации подводного аппарата	85
23. Нерсесов Б.А., Афанасьев М.С., Карабашева Э.И. Повышение оперативности поиска подводных объектов с использованием буксируемого магнитометра	87
24. Григорьев А.Г., Сергеев А.Ю., Владимиров М.А. Опыт применения буксируемого по дну акватории гамма-спектрометра при радиоэкологических исследованиях	89
25. Афанасьев М.С. Определение оптимальной длины троса буксируемого магнитометра	91

26. Зарецкий А.В. Определение статического равновесия подводных объектов типа «гибкая связь + твердое тело»	93
27. Углев В.А. Комплексный учёт рисков при проектировании подводных исследовательских робототехнических комплексов	95
28. Дунчевская С.В., Сычев В.А., Фазлуллин С.М. О применении гидроакустических средств в подводной археологии ..	98
29. Егоров А.В., Лискин В. А., Рожков А.Н., Лежнин В.А., Сагалевич А.М., Черняев Е.С., Римский-Корсаков Н.А. Модификация лендера ИОРАН для работы с глубоководными обитаемыми аппаратами "Мир" (опыт работ на оз. Байкал)	101
30. Смирнов А.В., Семенова О. В. Глайдер на тепловой энергии океана	104
31. Алексеев С.Ю. Измерение угла наклона морских приборов с помощью дифференциальных датчиков давления	109
32. Ткаченко А.О., Кайфаджян А.А. Тенденции развития гидроакустических средств в составе комплексов автономных и телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов	111
33. Блинов В.С., Лавров Д.И., Пасютенко С.Н., Рябков В.П., Тандит А.В., Тандит В.Л. Цифровой многоканальный прибор для регистрации гидроакустических сигналов	118
34. Левченко В.А., Гуреев Б.А., Венцут Ю.И., Копелевич О.В. Проточный флуориметр на сверхярких светодиодах	123
35. Лискин В. А., Руссак Ю.С. Способ калибровки тракта измерения электропроводности высокосолёных вод при размыве подземных резервуаров	127
36. Лискин В. А., Руссак Ю.С. Проведение исследований влияния степени минерализации высокосолёных вод на их электропроводность	129
37. Беликов Р.А., Панова Е.М., Сычев В.А., Белькович В.М. Применение многоканальной широкополосной гидроакустической системы для записи и локализации звуковых сигналов беломорской белухи (<i>Delphinapterus leucas</i>)	130
38. Беликов Р.А., Белькович В.М. Использование малоразмерных дистанционно пилотируемых летательных аппаратов для наблюдения за морскими млекопитающими	132
39. Каевциер В.И., Розман Б.Я. Малогабаритный телеуправляемый комплекс для мониторинга подводной обстановки с высоким пространственным разрешением	134

40. Аксенов М.Б., Елкин А.В., Розман Б.Я., Шерстов Е.А. Обследование подводных объектов с помощью ТПА «ГНОМ» в экспедиции на нис «Денеб» в Азовском и Черном морях	138
41. Елкин А.В., Мысливец И.В., Розман Б.Я., Шерстов Е.А., Ермаков Д.А, Ушивцев В.Б. Опыт использования ТПА «ГНОМ» для мониторинговых наблюдений на Каспийском море	144
42. Комолов М.В., Мысливец И.В., Елкин А.В., Розман Б.Я., Шерстов Е.А. ТНПА СуперГНОМ ПРО-2 – продолжение линии мощных мини-роботов ГНОМ	147
43. Розман Б.Я., Елкин А.В., Мысливец И.В. Средства компьютерного управления и обработки видео для ТПА ГНОМ ...	152

V. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

44. Вязилов Е.Д, Михайлов Н.Н. Информационное обеспечение научных исследований средствами и информационными ресурсами ЕСИМО	153
45. Соловьев В.А., Зарецкий А.В., Свиридов С.А., Метальников А.А. Информационная поддержка исследований Мирового океана - технология ЕСИМО	156
46. Соловьев В.А., Зарецкий А.В., Метальников А.А., Свиридов С.А. Информационное взаимодействие технологий ЕСИМО с аппаратно-программными комплексами научно-исследовательских судов	159
47. Солодилов А.В., Семенас В.И., Лупян Е.А., Марченков В.В., Пыркв В.Н., Лаврова О.Ю. Использование спутниковых и информационных технологий в Отраслевой системе мониторинга Росрыболовства	163
48. Склярв В.Е. Обнаружение глубоководных вихрей из космоса	164
49. Бышев В.И., Склярв В.Е. Дистанционные методы исследования Эль-Ниньо	167
50. Сычев В.А. Некоторые практические аспекты реализации малых инновационных проектов	170
51. Асавин А.М., Жулёва Е.В. Проблема построения информационной системы по морфологии подводных гор	173
52. Громашева О.С., Лысенко У.А. База данных акустико-гидрофизических измерений в шельфовой зоне Японского моря	178

53. Бышев В.И., Серых И.В. Программный комплекс для пространственно-временного анализа глобальных вековых полей гидрометеорологических характеристик	182
54. Зимин А. В., Муравьев Е.В. Пакет специализированного программного обеспечения для исследования характеристик внутренних волн	186
55. Зарецкий А.В. База данных «ПОДВОДНАЯ ТЕХНИКА»	189
56. Степанова Н.Б. Моделирование процесса весенней сезонной трансформации вертикальной термохалинной структуры Балтийского моря: тесты на регулярной сетке, системе вложенных сеток и гибкой сетке	192
57. Егоров С.А., Куценко А.С., Вельтищев Вит.В. Формирование учебных заданий в компьютерном тренажёре для подготовки операторов телеуправляемых подводных аппаратов	195
58. Сычев В.А., Никитин Г.А. Информационная платформа в области морских технологий	197
59. Лискин В. А., Руссак Ю.С., Пронин А.А. Модернизированный пакет программ для расчетов и исследований параметров высокосоленых вод	199
60. Шатравин А.В., Веденёв А.И., Кочетов О.Ю., Иванов В.Н. Оборудование и алгоритмы для обнаружения китообразных при акустическом мониторинге в реальном времени	201
61. Дунчевская С.В., Шабалин Ю.В. Программные решения для увеличения информативности и производительности гидрографических работ	205

VI. ВОДОЛАЗНАЯ ТЕХНИКА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

62. Яхонтов Б.О., Куренков Г.И. Технологии глубоководных водолазных погружений	209
63. Яхонтов Б.О. Принципы и методы контроля состояния водолазов при работе под водой	214
64. Яхонтов Б.О. Физиологические и технические принципы обеспечения жизнедеятельности водолазов в гипербарических камерах	218
65. Скалацкий О.Н., Скалацкий Н.О. 900-атмосферная тест-камера Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.....	222

66. Скалацкий О.Н. Перспективы реконструкции гипербарического комплекса Южного отделения Института океанологии РАН	224
67. Черкашин С.В. Развитие отечественной системы подготовки водолазов	227
68. Баранов В.С., Комаров В.С., Цибульский А.Л., Агафонов А.В. Система контроля сердечного ритма человека, работающего под водой	230
69. Караев Р. Н., Мустафа-заде С.Н. Использование процесса фотосинтеза в создании усовершенствованных дыхательных аппаратов	236

VII. ДОКЛАДЫ, НЕ ВОШЕДШИЕ В ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ

70. Грибов Б.Э., Капцов А.С., Артамонова А.В., Елкин А.В., Розман Б.Я. Система управления подводным телеуправляемым аппаратом	240
71. Северов С.П., Кузнецов В.А., Артамонова А.В. Комплекс информационного взаимодействия бортовой системы студенческого конкурсного гидробота с береговой и донной системами в условиях конкурсных соревнований	245
72. Северов С.П., Лямина Е.А., Артамонова А.В. Программное и аппаратное обеспечение информационного взаимодействия систем конкурсного студенческого гидробота	248
73. Комаров В.С. Океанологический глайдер для арктических морей	252
74. Комаров В.С. Устройство неконтактного измерителя уровня моря	255
75. Каевецер В.И. Дистанционное зондирование морского дна гидролокационными системами со сложными зондирующими сигналами	259
76. Шаповалов С.М., Свиридов С.А., Соловьев В.А., Зарецкий А.В., Метальников А.А., Новиков Ю.В. Центр ЕСИМО РАН и Минэкономразвития	268
Авторский указатель	273

ДОКЛАДЫ

IV. ТЕХНОЛОГИИ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОИСКОВЫХ РАБОТ, ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ И РОБОТЫ

АВТОНОМНЫЕ И ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЕ СРЕДСТВА ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Римский-Корсаков Н.А., Сагалевиц А.М., Егоров А.В.,
Островский А.Г., Зарецкий А.В., Розман Б.Я., Скалацкий О.Н.**

*Учреждение Российской академии наук
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117997, Нахимовский, 36, Москва, Россия,
+7(499)1247987, nrk@ocean.ru*

Paper presents a part of marine engineering activities of P.P. Shirshov Institute of Oceanology concerning complicated underwater devices and methods of research. The discussed devices are: submersibles «Mir», «Lender» - the autonomous hydro chemical bottom instrument, «Aqualog» – water column vertical scanning profiler, «Gnom» – the mini ROV, «Sonar» - various types of side scan sonar and acoustic bottom profilers, «Test-chamber» - the device for deep water (9000m) testing of marine instruments and equipment.

В докладе представлена часть современной деятельности Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН), связанная с разработкой и эксплуатацией сложных технических устройств и методов их использования в процессе подводных исследований. Авторы доклада представляют главные направления исследований ИО РАН в области Морской техники. В течение последних 5 лет в ИО РАН созданы и активно эксплуатируются при проведении океанологических исследований следующие образцы техники подводных исследований:

- «Лендер ИО РАН» – автономный донный гидрохимический комплекс;
- «АКВАЛОГ» – автономный гидрофизический комплекс, осуществляющий вертикальное сканирование параметров среды;
- ГНОМ – подводные телеуправляемые аппараты (ПТА) класса мини;
- ГБО (гидролокаторы бокового обзора) – гидролокационные буксируемые, в том числе глубоководные комплексы.

ГБО и ПТА представляют традиционные направления разработки технических средств в ИО РАН.

Важнейшую составляющую технической океанологии представляют глубоководные обитаемые аппараты (ГОО) «Мир», которые на протяжении десятков лет являются брендом ИО РАН и постоянно обеспечивают фундаментальные и прикладные океанологические исследования в океане и в глубоководных водоемах суши. ГОО «Мир» являются уникальной платформой для проведения глубоководных физических экспериментов и испытания новой техники. В настоящее время в России не существует других подводных средств, способных оперативно решать на предельных глубинах сложные нестандартные и экспериментальные задачи. Один из примеров уникальных экспериментов, осуществленных с помощью ГОО «Мир», продемонстрирован на рис. 1, рис. 2 (см. илл. 1-2 цв. вкладки), рис. 3 (см. илл. 1-3 цв. вкладки), рис. 4.

Лендер представляет собой гидрохимическую автономную донную станцию, предназначенную для исследований химических потоков вещества на границе вода - донный осадок. Основным элементом лендера является донная камера (или бокс), частично внедренный в грунт открытой горловиной. Объем придонной воды внутри бокса защищен от обмена с окружающей средой стенками бокса. Обменные потоки вещества через донную поверхность влияют на изменение концентрации химических элементов, растворенных в объеме воды внутри бокса. В процессе донной постановки, длительностью до 3 суток, из объема придонной воды внутри бокса автоматически через фиксированные интервалы времени отбираются пробы воды, которые после подъема лендера обрабатываются в лаборатории. Дополнительно в автоматическом режиме внутри и снаружи бокса измеряются следующие параметры среды: электропроводность, плотность, температура, содержание кислорода и метана. Скорость и направление течения фиксируются в месте постановки лендера с помощью его бортового ADCP. Все данные автоматически собираются в цифровом виде на твердотельный накопитель и считываются в лабораторный компьютер после подъема станции.

Лендер может быть установлен на дно с борта судна или глубоководного аппарата.

Серия фотографий на рис. 1, рис. 2 (см. илл. 1-2 цв. вкладки), рис. 3 (см. илл. 1-3 цв. вкладки), рис. 4. представляет процесс спуска с палубы судна в воду глубоководного аппарата «Мир-2», в манипуляторах которого удерживается донная станция «Лендер ИО

РАН» массой более 30 кг. С помощью ГОА «Мир» были выполнены погружения лендера на рекордную глубину 1400 м на озере Байкал по программе исследования газогидратных залежей в 2008-2010 гг.

Другое устройство, разработанное в последние 5 лет в ИО РАН, о котором следует упомянуть, это профилограф вертикальных изменений параметров океанской толщи, устанавливаемый на заякоренной станции. Первоначально разработка профилографа «АКВАЛОГ» велась в интересах мониторинга состояния окружающей среды и предупреждения потенциально опасных явлений.

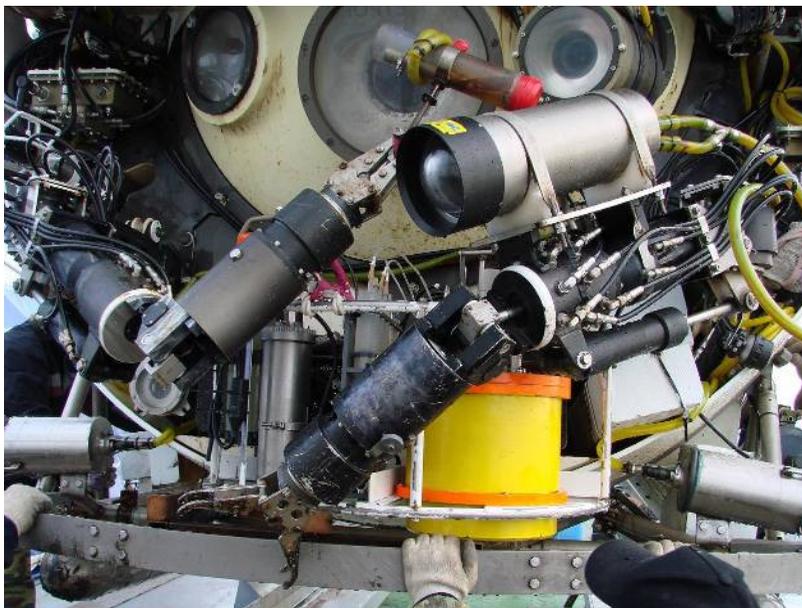


Рис. 1. ГОА «Мир» над палубой судна перед спуском за борт. Манипуляторы ГОА удерживают «Лендер ИО РАН», предназначенный для установки на грунт

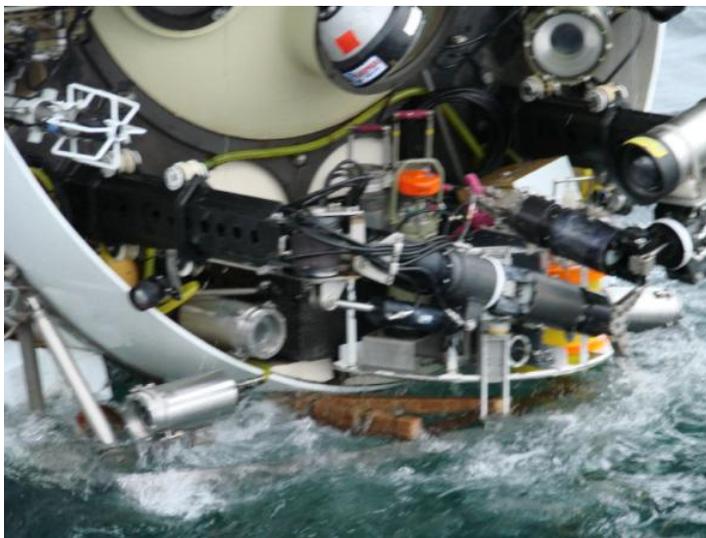


Рис. 4. Подъем ГОА «Мир» из воды вместе с донной станцией «Лендер ИО РАН»

В целом «АКВАЛОГ» является эффективным средством для полевых исследований вариаций биологических и гидрофизических параметров морской среды в пределах от нескольких часов до месяцев. Важным приложением комплекса «АКВАЛОГ» является регистрация климатических процессов, влияющих на изменение многолетних серий океанографических данных, получаемых в фиксированных точках на морских акваториях и крупных озерах. Для достижения этой цели важно получение регулярных непрерывных рядов наблюдений.

«АКВАЛОГ» рис. 5 (илл. 1-5 цв. вкладки) представляет собой устройство, которое автоматически совершает проходы вверх и вниз по тросу, натянутому между донным якорем и притопленной плавучестью. В процессе движения и профилирования водной толщи «АКВАЛОГ» ведет измерения, собирает данные, а также передает информацию на береговую станцию. Трансляция данных ведется в следующем порядке: индуктивный модем SBE – несущий трос – притопленная плавучесть – кабель-трос – поверхностный буй – радиомодем DataRadio – судно или береговая станция. В дополнении к радиопередаче вся получаемая информация собирается микроконтроллером комплекса «АКВАЛОГ» и сохраняется во флеш-памяти. Система позволяет пользователю получать периодические во

времени серии океанографических данных с использованием стандартных океанографических измерителей, которые могут быть установлены на комплексе «АКВАЛОГ».

Движение носителя по тросу осуществляется с помощью электродвигателя постоянного тока с магнитной муфтой, который управляется микроконтроллером с использованием данных измерения давления с помощью датчика GE Druck. Последняя модель гидрофизического комплекса «АКВАЛОГ» несет STD зонд FSI Excell 2" и доплеровский измеритель скорости и направления течений Nortek Doppler 3D. Как опция на комплексе «АКВАЛОГ» могут быть установлены дополнительно еще 4 датчика, например, флюориметр и прозрачномер.

«АКВАЛОГ» может быть использован:

- в оперативной океанографии,
- для изучения глобальных природных изменений,
- для мониторинга состояния окружающей среды,
- для измерений под сезонным ледовым покровом.



Рис. 6. Испытания гидрофизического комплекса «АКВАЛОГ» на Черном море осенью 2008 года в районе г. Геленджик.

«АКВАЛОГ» отработывался и испытывался в процессе полевых исследований в Черном и Каспийском морях в 2006-2008 годах (рис. 6).

Еще одна технология, которая на протяжении многих лет успешно развивается в нашем Институте, это океанологические исследования и наблюдения с использованием подводных телеуправляемых аппаратов (ПТА). В настоящее время это направление представлено семейством ПТА ГНОМ класса мини, которые используются при проведении разнообразных подводных работ и исследований. Серия аппаратов включает ПТА ГНОМ «Бейби», ГНОМ «Стандарт», ГНОМ «Супер» и ГНОМ «СуперПро». Рабочие глубины аппаратов соответственно располагаются в диапазоне от 50 до 500 м, а масса аппаратов изменяется в диапазоне от 1.5 до 10 кг.

Базовая модель ПТА ГНОМ рис. 7 (илл. 1-7 цв. вкладки) имеет 4 движителя – два маршевых и два для вертикального перемещения и стандартно оборудована видеокамерой с четырьмя светодиодными источниками заливающего света, а также глубомером и магнитным компасом, позволяющими реализовать режимы автоматической стабилизации движения по курсу и по глубине. Стандартная длина несущего коаксиального кабеля составляет 150 м. В качестве опции ГНОМ может быть оборудован схватом-манипулятором, гидролокатором секторного обзора, гидроакустической системой навигации с ультракороткой базой USBL и несущим кабелем длиной 500 м. Полный комплект ПТА включает собственно ПТА, вышку с кабелем, судовой пульт управления с питанием от аккумуляторов, видеомонитор и видеомагнитофон, которые укладываются в два водонепроницаемых чемодана. Общая масса составляет 22-30 кг.

ПТА ГНОМ интенсивно использовались при обследовании в 2006-2011 годах затонувших судов в Российском секторе Черного моря.

Гидролокационные исследования дна водоемов являются традиционной областью деятельности технического направления ИО РАН. В Институте имеется полная оригинальная технология гидролокации бокового обзора и высокочастотного акустического профилирования. Она включает разработку, изготовление и эксплуатацию буксируемых устройств, гидроакустических антенн, электронных блоков, а также программного обеспечения для работы в реальном времени и для камеральной подготовки данных (рис. 8: см. илл. 1-8 цв. вкладки). Одним из последних проектов, реализованных с помощью гидролокации, а также ПТА ГНОМ, является поиск и инспекция затонувших судов и потенциально опасных объектов в Черном море совместно с МЧС России.

На рис. 9 приведено гидролокационное изображение грузового судна «Сакко и Ванцетти», потопленного авиацией противника в Великую Отечественную войну.

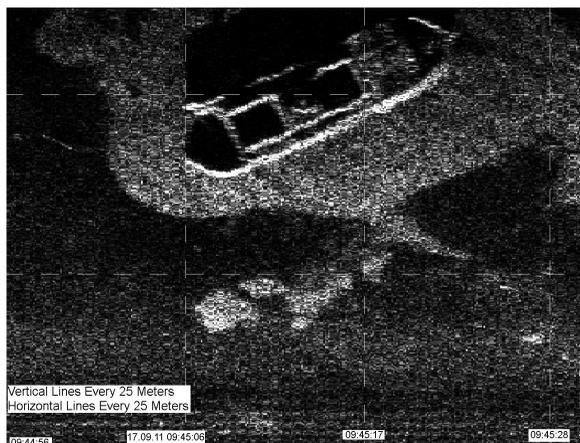


Рис. 9. Гидролокационное изображение судна «Сакко и Ванцетти», потопленного авиацией противника во время Великой Отечественной войны на траверсе мыса Толстый недалеко от г. Геленджик. Изображение получено 17.09.2011 с помощью гидролокатора бокового обзора СФ-ТМ с рабочей частотой 240 кГц. Шаг сетки графления составляет 25х25 м.

Важным аспектом деятельности направления по морской технике ИО РАН является испытание образцов новой техники подводных исследований. После почти 2-летнего перерыва в Южном отделении Института океанологии (ЮО ИО РАН) в Геленджике запущена в эксплуатацию барокамера для испытаний глубоководной техники. Эта камера была изготовлена в 70-х годах прошлого столетия на Уральском заводе химического машиностроения. В 80-х годах камера была установлена в бетонный колодец рядом с Гипербарическим комплексом ЮО ИО РАН в г. Геленджике. Основными работами, выполненными с использованием этой тест-камеры, были испытания узлов и систем строившегося в то время в ИО РАН обитаемого аппарата «Рифт» с рабочей глубиной 4000 м. В 1990 г. тест-камера была законсервирована, а в середине 2000-х было предпринято ее восстановление. В 2008 году (рис. 10: см. илл. 1-10 цв. вкладки) было проведено техническое освидетельствование,

диагностика и получено разрешение на эксплуатацию. Основные технические характеристики камеры:

1. Рабочее давление	900 кгс/см ²
2. Внутренний диаметр	800 мм
3. Длина внутренней рабочей части	5000 мм
4. Рабочая среда	вода
5. Источник давления	насос НП-800
6. Вес тест-камеры	45 тс
7. Вес крышки	5 тс
8. Ориентация в пространстве	вертикальное

В верхней части камеры расположены четыре отверстия диаметром 150 мм, каждое из которых предназначено для монтажа в них электрических вводов, гидро- и пневмовводов, иллюминаторов и т.д.

В 2011 году в камере были проведены испытания движительного комплекса подводного спасательного аппарата «Бестер».

ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТАХ

Сагалевиц А.М.

*Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997 Москва, Нахимовский проспект, 36
Телефон: (499) 124 79 94; Факс: (499) 124 5983; E-mail:
sagalev1@yandex.ru*

В докладе рассматривается современное состояние проблемы в области применения буксируемых, телеуправляемых и обитаемых аппаратов для проведения научных исследований и подводно-технических работ.

В первой части доклада на основании многолетнего опыта эксплуатации глубоководных обитаемых аппаратов Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН и в других организациях мира, а также применения телеуправляемых аппаратов для проведения глубоководных научных исследований в океане, дается краткий анализ

приоритетов использования аппаратов того и другого типов в различных ситуациях.

Во второй части доклада рассматриваются инновационные технические и методические разработки, которые внедрены в практику глубоководных работ в процессе эксплуатации глубоководных обитаемых аппаратов «Мир-1» и «Мир-2». Применение ГОА «Мир» положило начало проведению глубоководных кино- и видеосъемок, позволивших создать первые художественные и научно-образовательные фильмы ведущим кинокомпаниям мира. Это инновационное направление в использовании ГОА обусловило появление нового типа освещения, первых забортных кино- и видеокамер профессионального уровня, а затем высокоразрешающих видеокамер, позволяющих делать объемные съемки на больших глубинах. С созданием глубоководных телеуправляемых модулей, устанавливаемых на ГОА «Мир» и дающих возможность производить видеосъемки внутри затонувших объектов, уходя от базового аппарата на расстояние более 1 мили. Комбинация ГОА и телеуправляемого аппарата, оборудованного комплексом мощных светильников, позволила осуществлять широкоформатные съемки в трехмерном формате с охватом больших площадей на объектах, лежащих на дне («Титаник», «Бисмарк» и др.).

В ряде подводных видеосъемок применялась комбинация из 4-х ГОА, одновременно работавших и взаимодействовавших на небольшой площадке между склонами подводных гор.

В 2005 году с применением комплекса НИС «Академик Мстислав Келдыш» и ГОА «Мир» была осуществлена единственная в истории прямая телевизионная трансляция с глубины 3800 м (с «Титаника»), которую в течение 2,5 часов смотрели люди всего мира.

В докладе рассматривается также ряд других инновационных технических и методических вопросов, решение которых позволит значительно расширить возможности глубоководных аппаратов и проводить уникальные операции на больших глубинах.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОИСКОВЫХ РАБОТ, ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ И РОБОТЫ

Суконкин С. Я.

*Федеральное Государственное Унитарное Предприятие
Опытно-конструкторское Бюро Океанологической
Техники Российской Академии Наук (ФГУП ОКБ ОТ РАН)
Москва, 109387, Летняя ул. д. 1, стр.2, тел.: 7 (495) 350-
2612, факс.: 7 (495) 350-0329, e-mail: edboe-ras@mtu-net.ru*

FSUEE EDB OE RUS produces a wide range of marine equipment: underwater vehicles, ROVs and towed vehicles, hydroacoustic devices, oceanographic devices. Also the enterprise develops geophysical devices, sensors, sampling equipment and other unique research ocean equipment.

Обитаемая техника.

Подводные обитаемые аппараты «Аргус», «Осмотр», «Рифт», береговой гипербарический комплекс ГКК-ДП-300, водолазный палубный комплекс НИС «Витязь»

Макет подводного обитаемого аппарата «Рифт» представлен на илл. 3-1 цв. вкладки..

Телеуправляемые и буксируемые аппараты.

Комплекс многоцелевого глубоководного телеуправляемого подводного аппарата рабочего класса ROSUB-6000, «Локсодромия», «Звук».

ROSUB-6000 представлен на илл. 3-2 цв. вкладки.

Гидроакустические приборы, системы навигации и телеметрии, антенны, маяки, размыкатели, гидролокаторы и профилографы.

Донный маяк-ответчик изображен на илл. 3-3 цв. вкладки.

Гидроакустические размыкатели изображены на илл. 3-4 цв. вкладки

Океанографические приборы.

Буйковые, донные и зондирующие станции («Флора», «СДСМ», «Мембрана», «АДСС1»), дрейфующие станции, СТД-зонды, измерители течений.

Подводный геофизический комплекс изображен на илл. 3-5 цв. вкладки.

Подводная геофизическая обсерватория изображен на илл. 3-6 цв. вкладки.

Геофизические приборы.



Автономный регистратор сейсмических сигналов

Научно-исследовательская океанологическая техника.

Датчики, пробоотборники.

Сейсмоприемники изображены на илл. 3-7 цв. вкладки.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ШКОЛА ПОДВОДНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ (К 80-летию со дня рождения академика М.Д. Агеева)

Алексеев Ю.К.

*Дальневосточный федеральный университет
(ДВФГУ), 690090, Владивосток, ул. Пушкинская 10
Тел.: (423) 2450864, e-mail: jkalekseev@mail.ru*

It is shown the essay of M.D. Ageev activity. He is eminent engineer, professor, academician of RAS, member-correspondent of AS USSR, doctor of technical science, director-creator of Institute of Marine Technology Problems (IMTP) FEB RAS, founder of Far eastern scientific underwater robotics school.

14 мая 2011 года исполнилось бы 80 лет удивительному человеку, талантливому инженеру, ученому с мировым именем и незаурядному педагогу, доктору технических наук, профессору, члену-

корреспонденту АН СССР, академику РАН Михаилу Дмитриевичу Агееву – основателю Дальневосточной школы подводной робототехники.

Михаил Дмитриевич работал в г. Владивостоке в Дальневосточном политехническом институте им. В.В. Куйбышева (ДВПИ) с 1961 г. В 1962 г. он создал на механическом факультете ДВПИ кафедру гироскопических приборов и устройств (первую приборостроительную кафедру на Дальнем востоке нашей страны) и заведовал ею до 1972 г. Сотни воспитанных им и его учениками инженеров были первыми специалистами в области радиоэлектроники и приборостроения, подготовленными в дальневосточном регионе; стали директорами приборостроительных объединений и заводов, начальниками цехов и отделов в ведущих НИИ нашей страны, кандидатами и докторами наук.

Его ученики - гироскописты составили костяк лаборатории систем навигации и управления, которую Михаил Дмитриевич создал и возглавил, перейдя на постоянную работу в Институт автоматики и процессов управления (ИАПУ) Дальневосточного научного центра (ДВНЦ) АН СССР. Преобразовав лабораторию в отдел подводных технических средств и опытно-конструкторских и экспериментальных работ, он на его основе в 1988 г. создаёт Институт проблем морских технологий ДВО РАН. С помощью экспериментальных образцов автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), созданных в институте, удалось впервые решить целый ряд уникальных и важных государственных задач в океане на больших глубинах, выполняя НИР и ОКР по постановлению ВПК при Совете министров СССР.

Чтобы спасти институт от развала в сложные для прикладной науки «послеперестроечные» годы Михаил Дмитриевич заключает договоры с зарубежными заказчиками из США, Китая, Республики Корея и др. Работы выходят на мировой уровень. На международной конференции «INTERVENTION/ROV'90» в Сан-Диего М.Д. Агеев, представивший автономный необитаемый подводный аппарат «МТ-88», получил диплом первой степени за лучшую работу года и вклад в прогресс мировой подводной робототехники. В 1995 г. во Владивостоке работала представительная комиссия «Всемирного центра развития передовых технологий» (WTEC), уполномоченная Управлением военно-морских исследований (ONR) (США) и Национальным научным фондом (NSF). По выводам комиссии - «ИПМТ имеет большой опыт практического применения АНПА (AUV), чем все программы Соединённых Штатов, вместе взятые». Официальный протокол опубликован в журнале «Sea Technology»,

December 1996, pp. 23–32. Большое внимание уделял Михаил Дмитриевич работе с молодёжью. В 2010 г. команда студентов ДВГТУ и ДВГУ, подготовленная учениками М.Д. Агеева - сотрудниками ИПМТ, представляла Россию на международных соревнованиях 'MATE International ROV Competition 2010' и выиграла на Гавайях первое место.

Основные научные и прикладные результаты многогранной деятельности академика М.Д. Агеева и его школы на наш взгляд заключаются в следующем:

- обоснованы и доказаны многочисленными морскими экспериментами и реальными глубоководными работами важная роль и место АНПА среди нормобарических (обитаемых) и необитаемых технических средств комплексного исследования, освоения и охраны ресурсов Мирового океана;

- разработана уникальная модульная технология конструирования и производства АНПА и других подводно-технических средств;

- разработаны и экспериментально апробированы методики применения информационных АНПА в экологических, гидрологических (океанологических, лимнологических и др.), гидрографических, гидрогеологических, гидрофизических (гравиметрических, геомагнитных), историко-археологических и других исследованиях;

- решена проблема дальней навигации и телекоммуникации АНПА на базе комплексирования инерциальных, гидроакустических: дальномерных, фазовых и доплеровских, радиотехнических, в том числе спутниковых, систем, а также проблема локальной навигации на базе систем технического зрения;

- развита концепция построения обзорно-поисковых робототехнических систем (систем технического зрения) на базе оптических, гидроакустических и магнитных рецепторов;

- исследованы возможные нетрадиционные источники питания АНПА, обоснована и экспериментально доказана перспективность получения из окружающей среды солнечной и волновой энергии;

- обоснована перспективность волновых движителей, непосредственно преобразующих энергию океанских волн в поступательное движение различных плавсредств (от танкеров до небольших автономных необитаемых надводных измерительных платформ);

- совместно с американскими коллегами создана и обоснована концепция создания глобальной автоматизированной сети океанологических и метеорологических измерений. Такая сеть может

быть построена на базе АНПА и надводных измерительных платформ с солнечной энергетикой и с волновыми движителями.

Для более глубокого исследования обозначенных междисциплинарных проблем и оценки вклада академика М.Д. Агеева в их решение необходимо привлечение специалистов соответствующего профиля и образование официальной комиссии по освоению его научного наследия.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Вельтищев В.В.

*Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Госпитальный пер. 10,
(499) 263-61-15, E-mail: sm42@sm.bmstu.ru*

This report is reviewed the possibility of preliminary estimate the performance of unmanned underwater vehicles using neural networks

Одним из самых сложных периодов процесса создания необитаемого подводного аппарата (НПА) являются ранние стадии проектирования. Основные проблемы состоят в том, что важнейшие параметры самого НПА и его кабеля являются взаимозависимыми. На практике всегда реализуется кольцевой итерационный процесс расчетов основных параметров, при котором исходные данные непрерывно уточняются по результатам уже проведенных расчетов. На рис. 1 графически изображена типовая последовательность расчетов конструктивных параметров, связанных с обеспечением заданной скорости движения НПА. Задание первичных исходных данных обычно осуществляется субъективно на основе собственного опыта проектанта или по выбранному единичному существующему прототипу. Ошибки такой оценки часто приводят к неудовлетворительным с точки зрения последующих временных затрат результатам. Поэтому необходимы новые подходы к решению данной задачи.



Рис. 1. Кольцевая схема проведения расчетов средств движения НПА

В настоящее время задачи прогнозирования поведения систем или предсказания развития процессов успешно решаются с использованием метода искусственных нейронных сетей. Распространяя этот метод для решения принципиально новой задачи – проектного прогнозирования технического облика НПА, необходимо сформировать нейронную сеть, обладающую после соответствующего обучения способностью самостоятельно определять требуемые параметры аппарата. Такая возможность базируется на важнейшем свойстве нейронной сети - ее способности к обобщению полученных знаний. Поэтому сеть, натренированная на множестве обучающих выборок, сформированных на основе характеристик существующих НПА, должна генерировать достоверные технические характеристики и для гипотетического аппарата. Для решения поставленной задачи компонентами входного вектора нейронной сети должны быть основные показатели назначения, наиболее влияющие на облик аппарата и определенные техническим заданием на разработку, а выходной вектор должен содержать характеристики, необходимые для последующего использования в проектных расчетах как исходные данные. Пример возможной архитектуры такой нейронной сети представлен на рис. 2.

Для повышения достоверности прогноза необходимо формировать обучающий массив на основе характеристик существующих НПА, совпадающих по классу с проектируемым изделием. Проведенный анализ показал, что метод нейронного прогнозирования позволяет получить вполне достоверную оценку технического облика НПА без проведения предварительной

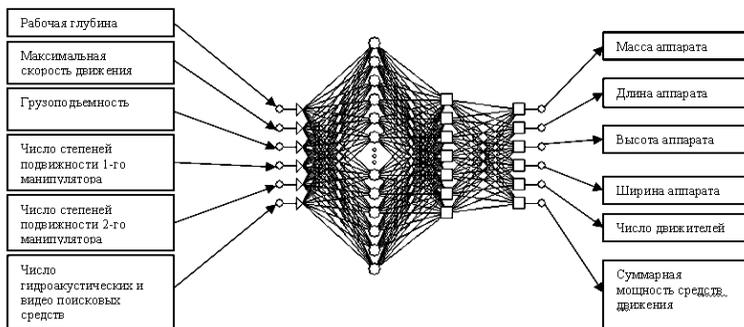


Рис. 2. Структура нейронной сети для прогнозирования технического облика рабочего НПА

конструкторской проработки и проектных расчетов. Проверка применимости данного метода на контрольных данных, не включенных в состав обучающих выборок в процессе тренинга нейронной сети, показала, что относительная погрешность прогноза технических характеристик НПА не превышает 20%. Кроме решения чисто проектных задач метод нейронного прогнозирования позволяет уточнять совокупность достижимых технических характеристик нового изделия еще на стадии формирования и согласования тактико-технического задания на его разработку. В процессе нейронного прогнозирования характеристик НПА удастся исследовать и многие неочевидные на первый взгляд закономерности, показывающие характер внутренней взаимосвязи отдельных параметров. В качестве примера такого анализа на рис. 3 представлены графики, иллюстрирующие неявное влияние кинематической сложности манипуляционных устройств на массу и энерговооруженность всего аппарата.

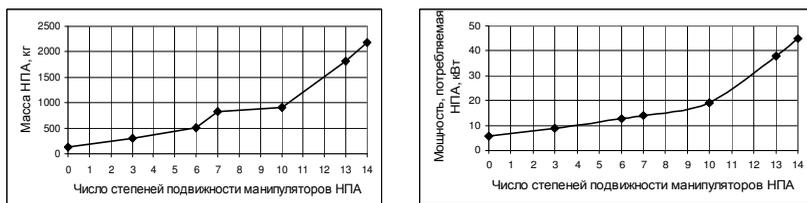


Рис. 3. Влияние сложности манипуляционных устройств на общие характеристики НПА

Одной из актуальных задач предварительного проектирования является компоновка НПА в условиях габаритных ограничений. Метод нейронного прогнозирования позволяет получить предварительную оценку и для таких случаев. Возможная структура нейронной сети для прогнозирования облика НПА, размещаемого в горизонтальном, ограниченном по высоте и ширине пространстве, представлена на рис. 4.

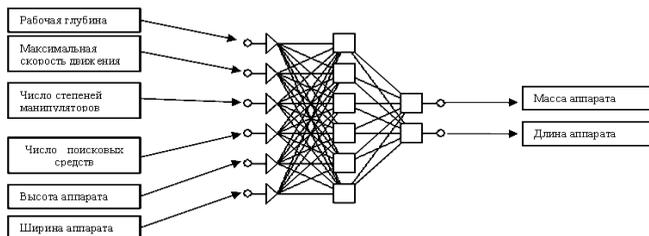


Рис. 4. Структура нейронной сети для прогнозирования параметров НПА с учетом габаритных ограничений

В заключении в качестве общих выводов можно отметить следующее:

1. Возможность получения достоверной предварительной оценки основных параметров необитаемого подводного аппарата крайне важна не только для сокращения общего времени проектирования и выявления взаимосвязи между отдельными параметрами НПА. Использование нейронных методов прогнозирования позволяет сформировать достижимый облик изделия еще на стадии формирования и согласования технического задания.

2. Рассмотренный метод, естественно, не может заменить традиционные способы проектирования. С другой стороны, свойство нейронной сети к обобщению полученных знаний, возможность непрерывно расширять количество обучающих выборок и оперативно модифицировать структуру сети для решения конкретной задачи, непрерывное развитие самой теории нейронных сетей – все это создает предпосылки для внедрения нейронного прогнозирования в реальную практику проектирования подводной техники.

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПОДВОДНАЯ СТАНЦИЯ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ВЫПОЛНЕНИЕ ПОИСКОВЫХ,
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ, А ТАКЖЕ
ОБСЛЕДОВАНИЕ ГРУНТОВ ПРИ РАБОТЕ НА
ГЛУБОКОВОДНЫХ ШЕЛЬФОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ (МПС)**

Вайнерман М.И., Минин М.В., Пономарев Л.О., Эделев О.К.

*ОАО «ЦКБ «Лазурит»,
603003, Н.Новгород, Свободы ул., д. 57,
Тел. (831) 273-84-00, Факс (831) 273-65-11
E-mail CDB@Lazurit.sci-nnov.ru*

Main principles of developing a multi-functional station are presented.

Освоение ресурсов недр арктического шельфа требует разработки новых методов и средств поиска, разведки и добычи полезных ископаемых.

Акватории арктических морей являются районами, в которых шесть и более месяцев в году наблюдаются штормовые и ледовые условия, которые делают невозможной работу надводных научно-исследовательских судов.

В связи с этим возникла целесообразность создания многофункциональных подводных станций, которые не зависят от метеоусловий и ледовой обстановки и могут с большой регулярностью и стабильностью выполнять широкий комплекс научно-исследовательских, поисковых и обеспечивающих работ в интересах освоения и эксплуатации морских газоконденсатных месторождений.

Эскизный проект МПС разработан в рамках Федеральной целевой программы «Развитие морской гражданской техники» на 2009-2016г.г.

Создание МПС было проведено на основе следующих положений:

- МПС создается как научно-исследовательская подводная лодка с комплексами научно-исследовательского оборудования для разведки месторождений.

- Предусмотрена возможность установки на МПС оборудования для подводно-технических работ, для чего предусмотрены места установки, энергопитание, замещение нагрузки масс.

- При проектировании МПС как гражданской научно-исследовательской подводной лодки максимально обеспечивается безопасность эксплуатации.

- С целью снижения водоизмещения МПС создается в виде «судна-площадки» для установки сменного научно-исследовательского и поискового оборудования в зависимости от решаемых задач.

- МПС создается как атомная подводная лодка гражданского назначения, удовлетворяющая в максимальном объеме требованиям российских и международных наблюдающих органов.

К работе по созданию МПС был привлечен ряд специализированных предприятий:

- ОАО «ЦНИИ «Курс» произвело определение состава комплекса радиоэлектронного оборудования и его разработчиков, исходя из условий эксплуатации МПС;

- ФГУ НПП «Севморгео» рассмотрена технология использования научно-исследовательской аппаратуры, предложена модель использования МПС, представлены исходные данные по составу, массогабаритным характеристикам, электропитанию, определены требуемые НИОКР;

- Институт прикладной физики РАН на базе новых принципов 2D и 3D технологий сейсморазведки (при использовании линейных бортовых антенн и пьезокерамических излучателей на МПС, а также при размещении приемной линейной системы на грунте) определил состав и характеристики сейсмологического оборудования, разработал модель его использования, определил состав требуемых НИОКР;

- ОАО «ОКБМ «Африкантов» определило технические характеристики атомной энергетической установки с водоводяным реактором интегрального типа и схемно-конструктивные исполнения систем и основного оборудования и его размещение в энергетическом отсеке МПС;

- ОАО «Калужский турбинный завод» определило основные характеристики турбогенераторов, а также главного турбозубчатого агрегата с турбинами переднего и заднего хода с валоповоротным устройством, с главным редуктором, главной муфтой, упорным подшипником, системой смазки и исполнительной частью локальной системы управления и защиты.

По архитектуре МПС представляет двухкорпусную подводную лодку с прочным корпусом цилиндрической формы, легкий корпус – веретенообразной формы с круговыми сечениями и заостренной кормовой оконечностью.

В носовой оконечности располагается грузовой трюм, ангары для ТНПА, самоходная спасательная камера, антенны гидроакустики.

Прочный корпус МПС разделен переборками на 6 отсеков.

В первом отсеке располагается лабораторный комплекс с научно-исследовательским оборудованием, пульты ТНПА, водолазное оборудование, шлюзы для выпуска водолазов в нормобарических скафандрах.

Во втором отсеке – жилые помещения, провизионные камеры, центральный пост управления.

В третьем – гиропост, рубка радиолокации, системы жизнеобеспечения, аварийный дизельгенератор.

Четвертый – отсек атомного реактора.

Пятый – отсек паротурбинной установки.

Шестой – отсек вспомогательного оборудования.

В надстройке расположены лебедки с сейсмокосями емкостью 2 км (буксировка при технологии 2D) и 10 км (раскладка на грунте при технологии 3D).

На наружной поверхности легкого корпуса в обтекателях располагаются приемные бортовые антенны (используются при сейсмических работах по технологии 2D).

На ограждении рубки – устройство для протаивания льда и ряд подъемно-мачтовых устройств.

Предусматриваются выдвижные опорные устройства для посадки МПС на грунт.

В зависимости от предполагаемого вида работ МПС укомплектована комплексами для подводно-технических работ:

- комплексом для подводных землеройных работ;
- комплексом для ремонта подводных трубопроводов;
- комплексом для отбора проб грунта.

Экипаж судна состоит из 40 человек. Дополнительно на МПС размещаются 20 исследователей для выполнения научно-исследовательских работ и обслуживания установленного оборудования.

Предусматривается 10-летний цикл эксплуатации МПС с последующим проведением восстановительных работ в течение одного года в заводских условиях.

Общий срок службы – 30 лет.

Создание МПС решает задачи освоения труднодоступных акваторий арктического шельфа.

ЭНЕРГЕТИКА ОКЕАНА ДЛЯ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Горлов А.А.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский проспект, 36
тел/факс: (499) 129 19 90, e-mail: ocean@bossmail.ru*

The report on researches and projects in Russia and abroad, aimed at long-term power supply of the autonomous means of oceanological research through the use of various kinds of clean renewable ocean energy.

В ИО РАН возобновились работы в рамках разработанной нами ранее концепции «микроэнергетики океана» - энергоснабжение автономных средств долговременных океанологических исследований за счет возобновляемой энергии океана [1]. Такое направление особенно актуально при дефиците и дороговизне экспедиционных исследований. На основании анализа современных достижений в области энергетики, океанологии и океанотехники была проведена ревизия результатов научно-технических разработок, выполненных в институте совместно с рядом организаций в 1985–1994 г.г.:

1) Энергия волнения. Была создана установка «волновой насос» и проведены ее морские испытания. Был создан и испытан лабораторный макет волновой установки мощностью 20 Вт со специально разработанным высокоэффективным линейным индукционным генератором с постоянными редкоземельными магнитами. Были разработаны цифровые модели и проведены исследования эффективности отбора энергии волнения для различных точечных преобразователей: использующего энергию орбитального движения воды; пневмодинамического типа; колебательного движения твердой пластины; с динамическим якорем; с внутренней инерционной массой. Начаты работы по повышению эффективности отбора энергии при фазовом управлении.

2) Энергия течений. Были разработаны макеты свободнопоточных преобразователей (СПП) для буйковых станций мощностью до 20 Вт с вертикальной осью, для различных скоростей потока (0,3- 0,5 м/с и 0,5 – 5 м/с). Для малых скоростей потока был выбран ротор Савониуса, а для больших - различные варианты лопастных турбин. Испытания проводились на Черном море по новой, разработанной нами методике

путем буксировки моделей и макетов СПП в неподвижной среде с использованием подводного аппарата «Осмотр» и малого НИС «Акванавт». Испытания были продолжены в Атлантическом океане с борта НИС «Дмитрий Менделеев» путем крепления за бортом энергобуя при дрейфе судна со скоростью до 1 м/с, а также путем автономной постановки энергобуя и донной станции с макетами СПП в открытом океане.

3) Накопители энергии океана. Совместно с макетами СПП испытывался демонстрационный макет подводного буферного накопителя энергии на никель-водородных химических источниках тока (НВ ХИТ) номинальной емкостью 30 А.ч., напряжением 12В.

4) Тепловая энергия. Были созданы и исследованы: макет термоэлектрического преобразователя мощностью 10 Вт, использующего разницу температур океана с аккумуляторами тепла для мигрирующего по вертикали зонда; лабораторный макет термоэлектрического преобразователя мощностью 20 Вт, использующего разницу температур между гидротермой и окружающей средой для донных обсерваторий; система эффективной передачи тепловой энергии гидротерм от факела до места расположения энергоблока с помощью артериальных тепловых труб; лабораторный макет подводного энергоблока с турбопарогенератором и использованием анаэробного цикла Ренкина, толуолом в качестве рабочего тела, выходной мощностью генератора 1,5 КВт.

5) Автономный измерительный микропроцессорный подводный микроробот («robotic tools»). Было разработано техническое предложение на его создание и принципы функционирования. Были разработаны эскизный проект электроснабжения робота на базе волновой, тепловой и солнечной энергии, а также техническое предложение на совместное использование таких роботов для наблюдений в океане [2].

Результаты рассмотренных работ подробно представлены в отчетах института и соисполнителей, в 30 статьях и 7 авторских свидетельствах. С 1995 г. по 2007 г. в ИО РАН деятельность по «микроэнергетике океана» по известным всем в нашей стране причинам практически не проводилась, кроме отдельных публикаций. За рубежом работы по этому направлению, наоборот, активизировались в последнее десятилетие. Для исследования океана были созданы и широко используются зонды вертикального профилирования «Sea Horse» и «Wave Walker», перемещающиеся в глубину за счет энергии волн, а также скользящий по поверхности океана за счет тяги, создаваемой волнением, автоматический

исследовательский аппарат «Wave Glider». В США на базе проекта солнечного АНПА, созданного в России [3], построили целую флотилию АНПА «SAUV» с солнечной энергетикой, и разрабатываются программы их совместного использования для измерений и наблюдений. Широко используется и серия исследовательских АНПА - глайдеров типа «SLOCUM» и «SOLO – TREC», перемещающиеся в глубину и на поверхность за счет использования тепловой энергии океана. Большинство разработанных в США и Европе волновых энергоустановок – точечного типа, а установок течений – свободнопоточные.

Сравнительный анализ наших и зарубежных достижений показал, что теперь мы значительно отстаем, особенно в реализации проектов, хотя начинали первыми. Но многие выполненные нами разработки были намечены правильно и остаются на современном уровне, а также еще на целый ряд технических решений нами оформляются патенты.

Для долговременных исследований крупномасштабных явлений в Мировом океане по времени и пространству, наряду с созданием протяженных региональных кабельных сетей, подобных системе «NEPTUN Canada» длиной 800 км, развернутой на северо-восточной части канадского шельфа, становится актуальным создание автономных сетей океанографических измерений (АСОИ), концепция которой разработана академиком Агеевым М.Д. [3] на основе АНПА с солнечной энергетикой и на базе предложенной в 1989 г. в США концепции SLOCUM. Согласно этой концепции океанологические измерения могут осуществляться большим количеством АНПА (измерительных платформ), перемещающихся в толще океана и передающих полученные данные в Центр данных, откуда осуществляется также управление всеми платформами и их рабочими программами (миссиями). Американские специалисты, создавшие глайдер «Slocum», планируют использование сетей из 1000 таких АНПА, работающих по согласованным программам в различных районах океана, и считают, что создание АСОИ для GOOS – это настоящий прорыв в океанологических исследованиях.

Для дальнейшего развития концепции АСОИ нами предлагается концепция «распределенной АСОИ с энергообеспечением всех ее основных элементов от возобновляемых источников океана, включая солнце и ветер на его поверхности». Для таких сетей необходимы три уровня мощности блоков преобразователей океанской энергии: первый до 100 Вт - для подвижных автономных (АИП) и привязных измерительных платформ

(ПИП); второй до 10 кВт - для стационарных узловых платформ (СУП), служащих для энергообеспечения ПИП и подводной подзарядки АИП через блоки стыковки; третий от 100 кВт до 1 МВт – для региональных обитаемых базовых плавучих платформ сбора и обработки данных (БПД), вокруг которой формируется сеть СУП. Все АИП, ПИП, СУП и БПД имеют различные каналы связи между собой (кабельные, радио, гидроакустические, спутниковые и т.п.) с выходом в Интернет. В качестве ПИП могут быть блоки измерительных датчиков, плавучие и донные НПА, видеокамеры, сейсмические станции, донные обсерватории, а в качестве АИП различные АНПА, глайдеры, дрейфторы, ныряющие зонды типа ARGO. Для СУП могут использоваться донные модули, подобные модулям кабельной сети «NEPTUN Canada», погружные и поверхностные буйковые станции. С борта мобильных БПД могут выполняться экспедиционные исследования со сменой ученых по вахтовому графику, на них могут базироваться подводные обитаемые и необитаемые аппараты, различные СУП, ПИП и АИП. Перспектива проектов БПД недавно была подтверждена компанией «Google», оформившей патенты на создание Центров данных, которые будут базироваться на морских баржах с энергообеспечением от энергии волнения. Возможности создания необходимых для СУП и БПД энергоблоков подтверждается испытаниями зарубежных установок мощностью в сотни киловатт: энергии волнения - AquaBuOY, SeaDog, Pelamis, PowerBuoy, энергии течений - Clean Current, Marine Current Turbines, Open Hydro. В России также имеются реальные возможности и люди для создания преобразователей энергии океана на все необходимые уровни мощности. Необходимо только стартовое государственное финансирование и заинтересованные инвесторы, как это, например, было сделано при создании волновой энергоустановки «Pelamis» в Шотландии.

Выводы:

1. Научно-технический задел ИОРАН соответствует современному мировому уровню и позволяет развивать работы по энергообеспечению океанологических исследований, а также компетентно принимать участие в становлении отечественной и зарубежной энергетики океана.

2. Объединение усилий для реализации концепции АСОИ на базе концепции «микроэнергетики океана» позволит перейти к новой парадигме долговременных глобальных исследований и наблюдений в Мировом океане с гораздо меньшими затратами на их осуществление и уникальными возможностями сбора и анализа информации.

Литература

1. Горлов А.А. Результаты и планы работ по энергетике океана. Материалы XI международной научно-технической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований», М., 2009г.
2. Gorlov A.A. , Lappo S.S., Utiakov L.L. A specialized autonomous underwater vehicles for ocean observing system. Proceeding of Autonomous Underwater Vehicle Technology, Abstracts AUV '94, Boston, 1994 г.
3. Агеев М.Д. Автономные подводные роботы. Наука, М., 2005 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ ВОЛНЕНИЯ ДЛЯ СРЕДСТВ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Горлов А.А., Серых В.Я.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский проспект, 36
тел/факс: (499) 129 19 90, e-mail: ocean@bossmail..ru*

The report of the research works in IORAN and abroad, aimed at long-term energy supply means of autonomous oceanological measurement using the hydrodynamic energy of ocean waves.

В последние годы в Лаборатории океанологических измерений возобновились работы по направлению «микрэнергетика океана», целью которых является разработка и создание модулей источников энергии в десятки ватт для средств долговременных океанских измерений за счет использования возобновляемой энергии океана. С позиций современных достижений в области энергетики, океанологии и океанотехники была проведена ревизия результатов научно-технических разработок преобразователей поверхностного волнения, выполненных в институте совместно с рядом организаций в 1985 – 1994 г.г.

Большой вклад в популяризацию энергетики океана и в исследования установки типа «волновой насос» внес профессор Вершинский Н.В., с помощью которого удалось подключить к работам нескольких выпускников МФТИ. Был создан макет установки «волновой насос» и проведены его морские испытания в

Черном море, показавшие, что установка перспективна для обеспечения подъема глубинных вод путем «искусственного апвеллинга». Но для наших целей требовались более эффективные и компактные решения. Поэтому был проведен анализ многочисленных зарубежных источников и обширный патентный поиск, на основании чего для дальнейших разработок были выбраны точечные буйковые преобразователи поверхностного волнения. Важно, что размеры таких волновых установок значительно меньше длины волны, и поэтому эффективность их работы не зависит от направления движения волн. Особенный интерес к точечным преобразователям связан с тем, что они не только могут обладать достаточно высоким КПД преобразования, использоваться как в одиночку, так и совместно, образуя целые энергосистемы, но и тем, что они собирают энергию с участка фронта волны, превышающего их линейные размеры. Были подготовлены технические предложения на несколько типов таких преобразователей: использующего энергию орбитального движения воды; пневмодинамического типа; колебательного движения твердой пластины; с динамическим якорем; с внутренней инерционной массой. Были разработаны аналитические и цифровые модели и проведены исследования эффективности отбора энергии волнения для этих точечных преобразователей. Были выведены уравнения, позволяющие рассчитать электрическую мощность генератора при известных параметрах волнения и массо-габаритных параметрах установок [1]. На основании полученных результатов были выбраны для дальнейших разработок преобразователи, принцип действия и устройство которых были защищены нами авторскими свидетельствами SU 1592569 A1 от 25.11.1987 г., SU 1577436 A1 от 27.06.1988 г., SU 1783141 A1 от 23.12.1992 г.

Блок преобразователя энергии орбитального движения воды расположен на глубине порядка 3 м от поверхности и соединен с энергопотребителем с помощью кабель-троса. Преобразователь состоит из прочного корпуса с закрепленными на нем лопастями, подвешенного под поплавком на кабель-тросе с помощью вертлюга, обеспечивающего возможность его вращения вокруг вертикальной оси. При перемещениях поплавка при волнении на лопасти корпуса действует знакопеременный поток, вызванный орбитальным движением воды, что приводит к вращению корпуса преобразователя. Причем направление вращения изменяется в зависимости от направления потока воды и передается через разнонаправленные обгонные муфты двум маховикам, вращающимся в противоположных направлениях, причем, направление вращения каждого из маховиков

не меняется. На одном маховике закреплен статор электрогенератора, а на другом ротор. Знакопеременный поток воды с помощью двух разнонаправленных обгонных муфт приводит в движение соответствующий маховик, движущийся в одном направлении. Это позволяет обеспечить постоянное направление вращения вала электрогенератора. Были начаты работы по созданию этого типа преобразователя - расчет и оптимизация параметров преобразователя для различных условий волнения, глубины установки, требуемой мощности, создание модели преобразователя и проведение исследований его поведения в волновом бассейне для проверки численной модели, разработка и создание низкооборотного многополюсного электрогенератора [2].

Пневмодинамический преобразователь давления состоит из корпуса, выполненного в виде цилиндрического тела с избыточной постоянной плавучестью, на внешней стороне которого установлен статор линейного магнитоэлектрического генератора из нескольких симметрично расположенных по боковой поверхности цилиндра магнитопроводов с катушками. Плавающий корпус удерживается в воде на заданной глубине якорным тросом. На него между специальными упорами одет подвижный поплавок (понтон), имеющий жесткую оболочку со внутренней ёмкостью, отделенной от водной среды эластичной мембраной. На внутренней цилиндрической поверхности понтона установлена магнитная система с полюсными наконечниками из постоянных магнитов, образующая ротор линейного генератора. При этом в случае прохождения гребня волны давление в среде повышается, мембрана прогибается внутрь полости подвижного понтона, объём полости уменьшается, снижается выталкивающая сила Архимеда, действующая на него, и он начинает ускоренно опускаться вниз, перемещая магнитную систему ротора относительно катушек статора, в результате чего на генераторе возникает напряжение. Ток с линейного генератора подается на электронный блок управления с выпрямителем, а затем на буферный накопитель энергии или к нагрузке. Опустившись до нижнего упора, подвижный поплавок, после изменения фазы волны на противоположную (впадину) и уменьшения давления в водной среде до величины, когда выталкивающая сила, действующая на понтон, становится больше его силы тяжести, понтон начинает всплывать, снова перемещая ротор относительно неподвижного статора. При этом вырабатывается напряжение, которое снова подается на заряд аккумулятора [3].

На следующем этапе совместно с МЭИ были разработаны лабораторные макеты преобразователей с внутренней инерционной

массой [4]. В одном из вариантов преобразователь состоял из прочного корпуса, установленного на якоре посредством троса, и поверхностного поплавка, связанного штоком с подвижным элементом электромеханического генератора линейного типа, находящегося внутри. Магнитопровод с постоянными магнитами с генераторными обмотками закреплен неподвижно внутри прочного корпуса. Подвижный элемент состоит из чередующихся ферромагнитных и неферромагнитных элементов. Взаимодействуя с волнами, поплавок совершает колебательные движения, что приводит к возвратно-поступательному движению подвижного элемента, связанного с корпусом пружинной подвеской. Для повышения КПД линейных генераторов и уменьшения их массо-габаритных характеристик были использованы магнитные материалы с высокими удельными энергетическими показателями из группы редкоземельных типа самарий-кобальт и ниодим – железо - бор.

Был впервые создан и испытан лабораторный макет волновой установки мощностью 20 Вт со специально разработанным высокоэффективным линейным индукционным генератором с постоянными редкоземельными магнитами. Были начаты исследования по повышению эффективности отбора энергии точечных преобразователей при изменяющихся параметрах волнения автоматически методом фазового управления.

Начиная с 1993 г., работы в институте по созданию преобразователей волнения не продолжались около 15 лет из-за отсутствия финансирования, а за рубежом за последние 7 лет они резко активизировались. В докладе рассмотрены принципы устройства новых зарубежных средств океанологических измерений, созданных за последние годы - зонды вертикального профилирования «Sea Horse» и «Wave Walker», перемещающиеся в глубину за счет энергии волн, а также скользящий по поверхности океана за счет тяги, создаваемой волнением, автоматический исследовательский аппарат «Wave Glider» с подвешенным под ним измерительным блоком.

Различными фирмами, при государственной и инвестиционной поддержке, были созданы коммерческие демонстрационные установки для шельфа и открытого океана мощностями в десятки и сотни киловатт. В докладе рассмотрены технические характеристики и конструкции основных из них, таких как, Electricity Generation Wave Pump, AquaBuOY, Archimedes Wave Swing, Wave Rotor OceanLinx, SeaDog, Pelamis, PowerBuoy, Direct Drive Point Absorbers, Wavebob WEC, Wave Dragon, Wave Star.

Часть из них являются точечным преобразователям волнения. Это обстоятельство, а также то, что в наших разработках использовался большой опыт ИО РАН в области океанской техники и отечественный опыт в области высоких технологий, подтверждает, что имеющийся у нас научно-технический задел соответствует современному уровню и может быть использован при создания преобразователей энергии волнения для измерений в океане, а также и для более мощных энергоблоков. В настоящее время нами подготавливается эскизный проект точечного преобразователя с техническими характеристиками, требуемыми для энергоснабжения современных средств океанологических измерений.

Литература

1. Горлов А.А. , Шувалов Д.В. Исследование моделей буйковых волновых энергопреобразователей. Сб. «Тезисы докладов 3 –го съезда советских океанологов», Гидрометеиздат, Л.,1987 г.
2. Горлов А.А. , Шувалов Д.В. Методика расчета волнового энергетического преобразователя для автономных буйковых станций. Сб. «Подводные технические средства исследования океана», ИОАН СССР, М , 1988 г.
3. Горлов А.А. Использование энергии волнения для буйковых систем электропитания средств океанотехники. Сб.трудов Международной конференции «Проектирование и строительство объектов океанотехники», Щецинский политехнический институт , Польша , 1988 г.
4. Горлов А.А., Шувалов Д.В., Морозкина М.В. Метод расчета волновых энергетических преобразователей буйкового типа. Возобновляемые источники энергии.Сб. трудов МЭИ № 233. М.1990 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭНЕРГИИ ТЕЧЕНИЙ ДЛЯ СРЕДСТВ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Горлов А.А., Серых В.Я.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский проспект, 36
тел/факс: (499) 129 19 90, e-mail: ocean@bossmail.ru*

The report of the research works in IORAN and abroad, aimed at long-term energy supply means of autonomous oceanological measurement using the hydrodynamic energy of ocean currents.

В последние годы в Лаборатории океанологических измерений возобновились работы по направлению «микрэнергетика океана», целью которых является разработка и создание модулей источников энергии в десятки ватт для средств долговременных океанских измерений за счет использования возобновляемой энергии океана. С позиций современных достижений в области энергетики, океанологии и океанотехники была проведена ревизия результатов научно-технических разработок преобразователей течений, а также буферного накопителя энергии океана, выполненных в институте совместно с рядом организаций в 1985–1994 г.г.

Были выполнены оценки энергоресурсов кинетической энергии движения океанских вод, которые показали, что в очень многих районах Мирового океана на поверхности и различных глубинах возможно использование преобразователей энергии течений мощностью в десятки и сотни ватт для электроснабжения океанологических автономных станций.

Наиболее интересными являются узкие заливы и проливы, где наблюдаются течения со скоростями до 2 - 5 м/с. В открытом океане скорости течений меньше, но во многих местах имеют значения 20 – 40 см/с, что достаточно для получения энергии необходимой мощности. Течения в океане, и особенно, приливные течения, меняют свое направление, поэтому нами были разработаны совместно с организациями–соисполнителями демонстрационные макеты свободнопоточных преобразователей (СПП), позволяющие преобразовывать кинетическую энергию потока независимо от его направления. Макеты СПП были ориентированные на различные диапазоны скоростей потока (0,2 - 0,5 м/с и 0,5 – 5 м/с) [1, 2, 3].

Один из разработанных вариантов СПП был выполнен в виде двух низконапорных рабочих колес, установленных на вертикальной опорной трубе с возможностью вращения в разные стороны, задаваемой ориентацией лопастей. Между турбинами в заполненном маслом, разгруженном от гидростатического давления корпусе, был размещен генератор с мультипликатором, увеличивающим угловую скорость вращения до требуемой величины. Такой СПП нормально функционирует в условиях реверсивных течений, начиная работать при этом либо за счет самозапуска, либо за счет использования обратной электромашинной энергии.

Было уделено внимание минимизации массо-габаритных характеристик рабочих турбин при условии их длительной службы в морской воде. С этой целью для конструктивных элементов СПП были выбраны устойчивые в агрессивных средах углепластики, а также разгруженные корпуса генераторного отсека. Преимуществом турбины с ротором Савониуса является простота конструкции и низкая стоимость, высокий стартовый крутящий момент, но низкий КПД и относительно небольшая частота вращения такой турбины, вызывает рост габаритов пары генератор-мультипликатор, что делает в ряде случаев предпочтительнее рабочее колесо с ротором Дарье. Были проведены лабораторные испытания в гидрлотках моделей нескольких вариантов СПП, и получены необходимые данные для разработки макетов. Для демонстрационных макетов СПП совместно с МЭИ были разработаны и созданы специальные низкооборотные электрические машины постоянного тока с магнитами из редкоземельных материалов. Были созданы и подготовлены к натурным испытаниям два типа макетов СПП:

- а) для донных станций с вертикальной турбиной с тремя цилиндрическими лопастями мощностью до 10 Вт;
- б) для буйковой станции с ротором Савониуса мощностью 20 Вт.

В первом случае макет был выполнен в разгруженном корпусе с компенсатором давления конструктивно аналогично компоновке элементов гребных электродвигателей подводных аппаратов. Во втором случае макет СПП был размещен в габаритах стандартного притопленного океанографического буйа. Вертикальный ротор Савониуса, диаметром 920 мм, образованный тремя цилиндрическими лопастями, устанавливался между двумя плавучестями, скрепленными между собой вертикальными стойками. Вал турбины был подключен через мультипликатор к генератору, которые размещались в герметичном контейнере нижней плавучести. Там же размещался буферный накопитель энергии и регистрирующие приборы.

Испытания проводились на Черном море путем буксировки моделей и макетов СПП в неподвижной среде с креплением их на ПОА «Осмотр» и на НИС «Акванавт». Такая методика испытаний была разработана нами и применялась впервые в отечественной и зарубежной практике.

Натурные испытания были продолжены в Атлантическом океане с борта НИС «Дмитрий Менделеев» путем крепления за бортом энергобуя с макетом СПП при дрейфе судна со скоростью до 1 м/с, а также путем автономной постановки энергобуя и донной станции с макетами СПП в открытом океане. В результате испытаний были получены данные, характеризующие поведение макета СПП: обороты турбины, напряжение и выходная мощность генератора, по которым была рассчитана оптимальная зависимость коэффициента передачи мультипликатора от скорости течения.

На следующем этапе был произведен выбор наиболее перспективных типов СПП - роторов типа Дарье и Савониуса, намечены способы повышения КПД этих роторов. На основании проведенных лабораторных испытаний модели одноярусного ротора Дарье была спроектирована конструкция модели двухярусного ротора Дарье с повышенным пусковым моментом. Для этого типа преобразователя разработаны математические модели поведения СПП и методы расчета отдельных элементов его конструкции. Были также подготовлены предложения по комплектации системы «рабочее колесо - мультипликатор - генератор» серийно выпускаемым отечественной промышленностью оборудованием, а также намечены направления дальнейших работ по разработке системы пуска и регулирования СПП и улучшению характеристик его роторов.

Совместно с макетами СПП испытывался демонстрационный макет подводного буферного накопителя энергии на никель-водородных химических источниках тока (НВ ХИТ) номинальной емкостью 30 А.ч., напряжением 12 В. При разработке макета НВ ХИТ в подводном исполнении были использованы технические решения, характерные для систем электроснабжения космических аппаратов. Полученные в результате испытаний данные подтвердили перспективность использования НВ ХИТ совместно с преобразователями энергии океана. Накопитель обладает длительным сроком службы (до 8 лет), надежно работает в буферном режиме и выдерживает около 3000 циклов заряда - разряда. Автоматический контроль величины давления в аккумуляторах позволяет определять уровень заряженности батареи. НВ ХИТ работоспособны в любом положении в пространстве, устойчивы к качке и механически прочны, и не требуют технического обслуживания в течение всего срока

службы в океане. Также было разработано техническое предложение и получено авторское свидетельство SU 1697027 A1 от 22.05.1989 г. на устройство, обеспечивающее электропитание автономного блока измерительных приборов за счет преобразования кинетической энергии при буксировке на обычном тресе.

Начиная с 1995 г., работы в институте по созданию преобразователей течений не продолжались около 14 лет из-за отсутствия финансирования, а за рубежом за последние 7 лет они резко активизировались. Различными компаниями при государственной и инвестиционной поддержке были созданы коммерческие демонстрационные установки для шельфа и открытого океана мощностями в десятки и сотни киловатт. В докладе рассмотрены технические характеристики и конструкции основных из них: Clean Current, Lunar Energy, Marine Current Turbines, Open Hydro, Ponte de Archimeda Sea Power, SMD Hydrovision и Verdant Power.

Большинство из них устроены не как традиционные для ГЭС агрегаты, а аналогично созданным нами ранее СПП. Это обстоятельство, а также то, что в наших разработках широко использовался большой опыт ИО РАН в области океанской техники подтверждает то, что имеющийся у нас научно-технический задел соответствует современному уровню и может быть использован при создании преобразователей течений для измерений в океане, а также и для более мощных энергоблоков. В настоящее время нами подготавливается эскизный проект СПП с буферным накопителем на малые скорости течений с техническими характеристиками, требуемыми для энергоснабжения современных средств океанологических измерений.

Литература

1. Горлов А.А. и др. Свободнопоточный преобразователь энергии океанских течений с вертикальной осью. Сб. «Подводные технические средства исследования океана», М., ИОАН СССР, 1990 г.
2. Горлов А.А. и др. Свободнопоточный преобразователь энергии океанских течений для энергообеспечения притопленной станции. Сб. «Тезисы докладов Всесоюзной школы по техническим средствам исследования океана», ИОАН СССР, М., 1991 г.
3. Горлов А.А. и др. Свободнопоточный преобразователь энергии течений с вертикальной осью для донных станций. Сб. «Материалы 3-ей Всесоюзной конференции по энергетике океана», Ч.2, ДВО АН СССР, Владивосток, 1991 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ ОКЕАНА ДЛЯ СРЕДСТВ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Горлов А.А., Серых В.Я.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский проспект, 36
тел/факс: (499) 129 19 90, e-mail: ocean@bossmail.ru*

The report of the research works in IORAN and abroad, aimed at long-term energy supply means of autonomous oceanological measurement using the thermal ocean energy .

В последние годы в Лаборатории океанологических измерений возобновились работы по направлению «микрэнергетика океана», целью которых является разработка и создание модулей источников энергии в десятки ватт для средств долговременных океанских измерений за счет использования возобновляемой энергии океана. С позиций современных достижений в области энергетики, океанологии и океанотехники была проведена ревизия результатов научно-технических разработок преобразователей тепловой энергии океана, выполненных в институте совместно с рядом организаций в 1985–1994 г.г.

Совместно с соисполнителями был создан и исследован макет термоэлектрического преобразователя (ТЭП) мощностью 5 Вт, использующего разницу температур на поверхности и в глубине океана с тепловыми аккумуляторами для мигрирующего по вертикали зонда для океанологических измерений. Тепло запасалось аккумулятором источника теплоты (1) на поверхности, а при погружении зонда холод глубины накапливается в аккумуляторе стока теплоты (2). Теплота от аккумулятора 1 подводится с помощью специальной системы к тепловоспринимающим спаям ТЭП, и от его тепловыделяющих спаев с помощью системы отвода теплоты поступает в аккумулятор 2. За счет перепада температур на спаях ТЭП вырабатывается электроэнергия для работы системы изменения плавучести и измерительных датчиков зонда. Циклы погружения всплытия зонда позволяет постоянно иметь в обоих аккумуляторах необходимый для работы ТЭП запас теплоты. Такой преобразователь прямого действия отличается высокой надежностью работы, полной автономностью, отсутствием движущихся частей и простотой системы преобразования. Надежность полупроводниковых ТЭП

подтверждается их длительной эксплуатацией на различных космических станциях. Были проведены теоретические и лабораторные исследования тепловых аккумуляторов использующих фазовые переходы, а также тепловые эффекты обратимых химических реакций с различными теплоаккумулирующими веществами. Кроме того были проведены исследования различных полупроводниковых материалов и технологии изготовления ТЭП. На устройство подводного автономного мигрирующего преобразователя тепловой энергии океана были получены авторские свидетельства SU 286788 от 05.01.1988 г. и SU 287346 от 26.02.1988 г.

Был разработан эскизный проект электроснабжения автономного измерительного микропроцессорного подводного микробота («robotic tools») на базе прямого преобразования тепловой и солнечной энергии, а также техническое предложение на совместное использование таких роботов для наблюдений в океане [1].

Энергия океанских гидротерм. Учеными ИО РАН и за рубежом были детально изучены гидротермальные выходы горячих рассолов в различных районах дна Мирового океана. Часто температура этих гидротермальных «факелов» находится в пределах 150 - 350 градусов, а совсем рядом, буквально на расстоянии не более метра, температура окружающей воды не превышает 4 градуса. Учитывая это обстоятельства, нами было разработано техническое предложение на создание и разработку преобразователей, использующих разницу температур между гидротермальными водами и окружающей средой для электроснабжения долговременных океанологических донных станций и обсерваторий [2, 3, 4].

Прямое преобразование. На базе научно-технического задела, полученного при создании макета преобразователя тепла океана для мигрирующего по вертикали зонда для океанологических измерений, совместно с соисполнителями был разработан макет глубоководного ТЭП мощностью около 30 Вт. Особо заметны преимущества ТЭП при использовании источников природной энергии, отличающихся нестабильностью параметров, таких как гидротермы, когда требуется способность преобразователя эффективно работать в переходных режимах. Конструкция макета ТЭП была выполнена в виде противоточного теплообменника. Потоки горячего и холодного промежуточного теплоносителя по противоточной схеме проходят через теплообменник. При этом на стенках теплообменника возникает перепад температур. Термоэлектрические батареи, заделанные в этих стенках, преобразовывают тепловой поток, протекающий через них в

электрическую энергию. Была разработана оригинальная система эффективной передачи тепловой энергии гидротерм от факела до места расположения энергоблока с помощью артериальных тепловых труб (ТТ), что позволяет передавать в сотни раз больше тепла, чем при использовании лучших твердых теплопроводников. Артериальная тепловая труба представляет собой герметичную замкнутую испарительно-конденсационную систему. Технология ТТ уже давно используется в космических аппаратах и отличается высокой эффективностью и надежностью. В испарителе ТТ рабочая жидкость испаряется и пар переносится по транспортной теплоизолированной зоне в сторону отвода тепла, где конденсируется с выделением скрытой теплоты парообразования, возврат конденсата в испаритель ТТ происходит либо за счет силы тяжести, либо с помощью различных фитильных структур. Была разработана методика приближенного расчета ТЭП в режиме максимальной мощности. Также были исследованы пути повышения технической эффективности ТЭП при использовании энергии океанских гидротерм: оптимизация геометрических и режимных характеристик конвективных поверхностей теплообмена; выбор систем теплового сопряжения термоэлектрических батарей с поверхностями теплообмена; применение тонкопленочных термоэлектрических батарей.

Турбогенераторный преобразователь (ТГП). Анализ технико-экономических характеристик подводных ТЭП и ТГП энергии океанских гидротерминальных источников показал, что удельная стоимость ТЭП для донных станций и обсерваторий с потреблением энергии о сотни ватт в несколько раз меньше, чем удельная стоимость ТГП. Но для создания подводных энергоблоков большой мощности в десятки киловатт, например, для энергоснабжения донных узловых модулей сети наблюдений и измерений в Мировом океане или средств добычи сульфидных руд, потребуются использование ТГП.

Поэтому были проведены совместно с соисполнителями разработка и исследование математических моделей различных тепловых схем ТГП. Также был создан лабораторный макет автономного подводного блока ТГП с использованием анаэробного цикла Ренкина выходной мощностью генератора 1,5 кВт и эскизный проект демонстрационного макета для натурных испытаний. На основании анализа рабочих тел и по совокупности эксплуатационных технических и термодинамических критериев для макета глубоководного ТГП был выбран толуол (С₆H₆СН₃). Был выполнен численный анализ, расчет и оптимизация двухвечной центробежной паровой турбины, проработана система регулирования и защиты

турбоустановки. В результате работы был определен состав оборудования, конструкция и технические характеристики подводной гидротермальной установки включая конструкцию прочного корпуса установки, парогенератора и конденсатора, насосов, электрогенератора ТГП. Большинство элементов макета было изготовлено и испытано в лабораторных условиях, был проведен анализ способов размещения ТГП на дне у факела гидротермы. Результаты работы могут быть использованы также для разработки подводных ТГП, использующих перепад температур между придонными водами и в скважинах коренных пород в рифтовых зонах дна океана.

Начиная с 1993 г. работы в институте по созданию преобразователей тепла океана не проводились около 15 лет из-за отсутствия финансирования, а за рубежом за последние 7 лет они резко активизировались. В докладе рассмотрены принципы устройства новых зарубежных средств океанологических измерений, созданных за последние годы – серия американских АНПА «SAUV» с электроснабжением от солнца в океане и серия исследовательских АНПА - глайдеров типа «SLOCUM» и «SOLO – TREC», перемещающиеся в глубину и на поверхность за счет использования тепловой энергии океана с использованием тепловых аккумуляторов на фазовых переходах. Различными компаниями, при государственной и инвестиционной поддержке, на протяжении более 30 лет разрабатываются и уже несколько раз реализовывались проекты демонстрационных ОТЕС (Ocean Thermal Energy Conversion) больших мощностей для шельфа и открытого океана. В докладе рассмотрены технические характеристики и конструкции некоторых из них, разработанных в США, Японии, Индии.

Создание зарубежом исследовательских АНПА, использующих тепловую и солнечную энергию океана, а также то, что в наших разработках использовался большой опыт ИО РАН в области океанской техники и отечественный опыт в области высоких технологий, подтверждает, что имеющийся у нас научно-технический задел соответствует современному уровню и может быть использован при создании преобразователей энергии тепла океана для океанологических измерений, а также и для более мощных энергоблоков. В настоящее время нами подготавливаются эскизные проекты преобразователей тепловой и солнечной энергии с техническими характеристиками, требуемыми для энергоснабжения современных средств океанологических измерений, а на несколько наших разработок оформляются патенты.

Литература

1. Gorlov A.A., Lappo S.S., Utiakov L.L. A specialized autonomous underwater vehicles for ocean observing system. Proceeding of Autonomous Underwater Vehicle Technology, Abstracts AUV '94, Boston, 1994 г.
2. Горлов А.А. и др. Энергетическая установка преобразования тепла донных гидротермальных источников. Сб. «Материалы 3-ей Всесоюзной конференции по энергетике океана», Ч 1, ДВО АН СССР Владивосток, 1990 г.
3. Горлов А.А. и др. Использование теплоты гидротермальных источников дна океана для энергоснабжения средств океанотехники. Сб. тезисов докладов 3-ей Всесоюзной конференции «Интенсивное энергоснабжение в промышленной теплотехнологии», М., 1991 г.
4. Горлов А.А. и др. Электроэнергетическая установка для преобразования тепла донных гидротермальных источников. Сб. докладов семинара «Рабочие процессы в нетрадиционных энергетических установках», ДВНЦ РАН, Владивосток, 1992 г.

СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОИСКОВЫХ СРЕДСТВ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Черненко К.В.

*НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана
105005, г. Москва, Госпитальный пер д.10
тел. (499) 263-61-14 факс. (499) 263-61-15
e-mail chernenkokv@mail.ru*

Consider of model of properties search means and underwater remotely operated vehicle by methods of theory of polihromatic sets and graphs which is guarantee of making structural models of desinged ROV in CALS-technologies.

При проектировании производительных систем с разнородными объектами и процессами таких, как поиск затонувших объектов, актуален выбор рациональной или оптимальной структуры технических средств, компоненты которых одновременно функционируют в нескольких средах – на морском дне, на плавучих и наземных средствах [1]. Модели, используемые в САПР, не

учитывают влияние факторов различной природы на компоненты изделия, поэтому конструктор аппарата должен учитывать свойства искомых объектов и оснастить аппарат требуемыми средствами поиска, а так же обеспечить выход ТПА в заданный район при наличии течений и внешних возмущающих факторов. Решение таких задач осуществляется на ранних этапах разработки конструкции аппарата – в предпроектных исследованиях, при формировании технического задания, эскизном проектировании. Решение этих задач в САПР целесообразно осуществлять с использованием теории полихроматических множеств и графов [2, 3].

Для принятия решения о типе поисковых средств выделены свойства среды, объекта поиска, поисковых средств и ТПА, и предложен алгоритм анализа решений с использованием математического аппарата полихроматических множеств.

Свойства объекта поиска зависят от наличия в нем компонентов с соответствующими физическими, химическими и другими свойствами.

В общем случае объект может:

- 1) является источником одного или нескольких видов излучений (видимый диапазон света, звуковые волны, электромагнитное излучение, радиоактивное излучение);
- 2) отражать или поглощать излучение устройства поиска, направленное на объект;
- 3) изменять одно или несколько свойств среды, окружающей объект поиска (химические свойства, оптические, температуру, вызывать движение окружающего объема воды, изменять направление магнитного поля Земли, изменять величину ускорения свободного падения).

Любые свойства объектов и внешней среды в полихроматических графах описываются единым термином «цвета» объекта моделирования. Персональные цвета объекта и внешней среды могут быть единичными и унитарными. Единичный цвет принадлежит конкретному объекту и его существование представляется независимым от других свойств; существование унитарного цвета зависит от других свойств этого объекта и (или) свойств внешней среды. При структурном моделировании сложных объектов и систем единичные и унитарные цвета могут образовывать иерархические структуры, описываемые графами-деревьями восходящей иерархической структуры – при дедуктивном методе решения на основе заданных данных, или деревьями нисходящей иерархической структуры – при индуктивном методе поиска возможных решений.

Состав вершин и дуг дерева зависит от требуемого уровня детализации решения.

По выделенным свойствам среды [4], свойствам объекта поиска и физическим полям проводится анализ существующих средств поиска, и выделяются физические поля, на основе которых целесообразно проводить поиск, но технические средства для их регистрации еще не созданы или не удовлетворяют требованиям по вероятности обнаружения, времени обнаружения, цене, срокам изготовления и др. Если в состав проектного решения входят элементы, физически не существующие или, которые не могут быть приобретены на внешних рынках, то переходят к поиску новых технических решений.

Из отобранных средств поиска с учетом свойств ТПА [5] выбираются те, которые могут быть использованы в данном проекте. Для средства поиска, не прошедших отбор, рассматривается возможность их модернизации для устранения конфликтующих свойств.

Свойства и параметры проектируемого подводного аппарата должны быть согласованы с подлежащими совместному использованию элементами производительной системы подводного, надводного и наземного размещения с учетом средств навигации и связи. Аналогичными методами решаются другие проблемы, связанные с выбором или созданием средств механической, оптической, гидроакустической связи, средств обеспечения работ, требуемыми видами энергии, расходных материалов, удалением отходов производства с учетом экологических требований, и т.д.

Предлагаемые методы структурного моделирования апробированы при выполнении НИР в отделе СМ4-2 НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Литература

1. Гурьев А.Т., Павлов В.В. О структурном моделировании метасистем народнохозяйственных комплексов. / Труды XVI международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». В 3-х томах. Т.3. – М.:Издательство МЭИ, 2008.- с. 184-192.
2. Павлов В.В. Структурное моделирование в CALS – технологиях. – М.: Наука, 2006. – 307с.
3. Соломенцев Ю.М., Павлов В.В. Моделирование производительных систем в машиностроении. М.: Янус-К, 2010. 228с.

4. Океанология — М.:Наука,
5. Ракитин И.Я. Подводные роботехнические системы – М.:НИИ Море, 2002 – 191с.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ ПОДВОДНОГО АППАРАТА-РОБОТА В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Блинцов В.С., Надточий В.А.

*Национальный университет кораблестроения им. адм.
Макарова, Украина, 54025, г. Николаев, проспект Героев
Сталинграда, 9*

Тел.: (+380512) 431174, (+380512) 42-46-52.

E-mail: blintsov@mksat.net

The analysis of requirements to the automatic control systems of the underwater vehicle's manipulator, that operates in the external disturbance conditions, is carried out. The system composed of integrated subsystems of the cable winch control, underwater robotic vehicle and its manipulator is suggested to synthesize.

Современные подводные аппараты-роботы (ПАР) все больше используют дистанционно управляемые подводные манипуляторы разных типов для выполнения широкого спектра подводно-технических работ.

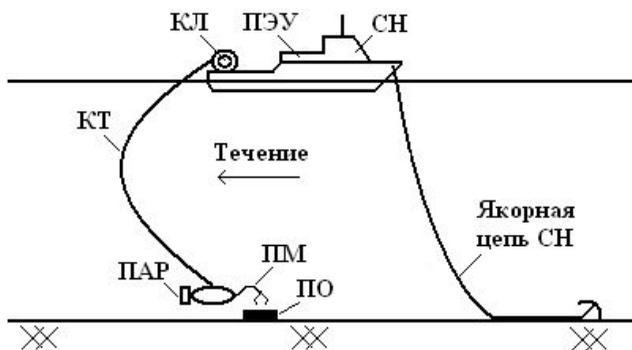


Рис. 1. Схема выполнения подводных работ

Общая схема выполнения подводных работ ПАР с применением подводного манипулятора (ПМ) приведена на рис. 1.

На рисунке 1 обозначено: КЛ – кабельная лебедка ПАР; ПЭУ – судовой пост энергетики и управления ПАР с ПМ; СН – судно-носитель ПАР; КТ – кабель-трос ПАР; ПО – подводный объект.

Специфика практического выполнения этих работ состоит в следующем: высокие требования к точности пространственного положения и динамике движения всех звеньев ПМ, поскольку работы выполняются, как правило, в стесненных условиях подводной навигации при дефиците операционного времени; визуальная оценка оператором взаимного положения схвата ПМ и ПО на основе установленных на ПАР и манипуляторе видеокамер, которые являются одним из главных источников погрешностей управления; необходимость адаптации механического влияния схвата ПМ (сил и моментов, которые развиваются схватом) к физическим характеристикам ПО с целью сохранения его целостности в результате выполнения подводных манипуляций; наличие внешних возмущений (подводные течения, переменная прозрачность воды), которые активно воздействуют на звенья ПМ, влияют на качество видеоизображения рабочей зоны и требуют применения современных методов синтеза систем управления ПМ; подвижность фундамента ПМ, обусловленная тем, что ПАР как носитель ПМ имеет нестационарные пространственные характеристики из-за действия течения на корпус аппарата и механических воздействий от КТ из-за влияния эпюры течения в районе подводных работ и качки СН.

Опыт авторов в практическом применении ПАР с ПМ свидетельствует, что систему автоматического управления (САУ) таким объектом следует строить как интегрированную, содержащую следующие подсистемы: автоматического управления КЛ с целью вытравливания такой длины КТ, при которой влияние гидродинамических сил на ПАР со стороны КТ было бы минимальным; автоматического движения ПАР и его пространственного позиционирования в точке подводных работ с целью надежной стабилизации фундамента ПМ в рабочей зоне; автоматизированного или автоматического привода схвата ПМ для надежного захвата ПО и перенесения его в заданную точку подводного пространства (грузовой накопитель или лоток, подъемник и т.п.).

Структурно интегрированную САУ комплексом «КЛ - ПАР - ПМ» предлагается строить по иерархическому принципу как многоуровневую управляющую структуру, содержащую следующие уровни: исполнительный – управление электроприводом (ЭП) вытравливания/выбирания КТ для обеспечения оптимальной его длины по критерию минимума гидродинамического влияния на корпус

ПАР; управление маршевыми, лаговыми и вертикальными ЭП ПАР с целью пространственной его стабилизации в рабочей точке и собственно ПМ (электроприводами звеньев манипулятора); контролирующий – в случае неадекватной реакции объектов управления на сигналы управления (например, вследствие отказа) выдает сигнал о невозможности корректного функционирования САУ комплексом «КЛ - ПАР - ПМ»; программный – групповое управление электроприводами КЛ, ПАР и ПМ по заданию тактического уровня; тактический – синтезирует конкретные траектории движения ПАР и звеньев ПМ на базе требований подводной технологии и условий работы; стратегический – анализирует поставленную задачу, разрабатывает план функционирования комплекса «КЛ - ПАР - ПМ» для ее выполнения, формирует траектории поиска ПО и реализует алгоритмы его идентификации, формирует алгоритмы позиционирования ПАР возле ПО, выведение схвата ПМ на позицию надежного захвата объекта и алгоритмы работы схвата, формирует траекторию транспортирования захваченного объекта по оптимальной траекторией к заданной подводной точке или на поверхность.

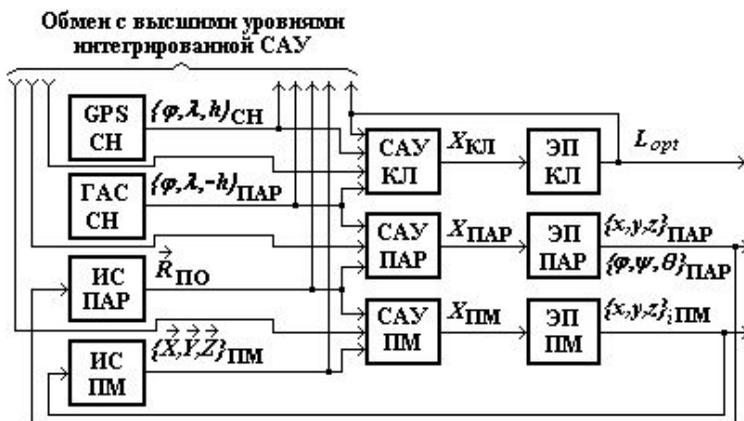


Рис. 2. Обобщенная структура исполнительного уровня интегрированной САУ.

Анализ принципов построения систем автоматики подвижных объектов, которые функционируют в условиях неопределенности, свидетельствует, что для их эффективной работы целесообразно применять элементы искусственного интеллекта – нечеткую логику и искусственные нейронные сети. Поэтому в предлагаемой

интегрированной САУ комплексом «КЛ - ПАР - ПМ» предполагается применение указанных подходов как на стратегическом уровне управления, так и на исполнительном уровне для непосредственного управления механизмами ПАР и манипулятора, рис. 2.

На исполнительном уровне функционируют три САУ электроприводами КЛ, ЭДК ПАР и отдельных звеньев ПМ. Первая САУ на основе GPS-информации о географических координатах СН (широта – φ , долгота – λ и высота - h над уровнем моря) и ПАР (широта – φ , долгота – λ и глубина - h по данным гидроакустической системы (ГАС) СН и сенсора глубины ПАР) контролирует взаимное положение СН и ПАР в условиях качки и обеспечивает оптимальную длину КТ L_{opt} , уменьшая, таким образом, силовое влияние КТ на ПАР.

Вторая САУ функционирует на основе данных от интеллектуальных сенсоров (ИС) о пространственных координатах ПАР $\{x, y, z\}_{ПАР}$ и его углах курса, крена и дифферента $\{\varphi, \psi, \theta\}_{ПАР}$ в декартовой системе координат, с учетом динамики движения ПАР, обеспечивает его стабилизацию относительно ПО, отслеживая радиус-вектор $\vec{R}_{ПО}$ (дистанцию до ПО).

Третий уровень САУ на основе обобщенной информации о пространственном состоянии манипулятора $\{\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}_{ПМ}\}$ руководит электроприводами ПМ, обеспечивая заданное пространственное положение каждого i -го звена $\{x, y, z\}_{iПМ}$ с учетом остаточной динамики фундамента манипулятора (точки крепления на ПАР).

Множества управляющих влияний $X_{КЛ}, X_{ПАР}, X_{ПМ}$, обеспечивают работу соответствующих электроприводов КЛ, ПАР и звеньев ПМ по вычисленным в САУ законам.

Интеллектуальные сенсоры (ИС) ПАР и ПМ представляют собой совокупность датчиков механических, электрических, гидромеханических и др. величин, схем преобразования сигналов и средств микропроцессорной техники, которые обеспечивают первичную обработку, накопление и обобщение информации о текущих и прогнозируемых свойствах объектов управления. Кроме того, ИС имеют возможность самоконтроля технического состояния и широкие коммуникационные свойства, которые позволяют использовать их в качестве модулей первичной обработки телеметрической информации для высших уровней интегрированной САУ.

Применение интегрированной САУ подводным манипулятором с минимизацией влияния качки судна-носителя и со стабилизацией

ПАР как платформы манипулятора даст возможность повысить точность подводных работ в условиях действия внешних возмущений.

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА АЛГОРИТМОВ ЛОКАЛЬНЫХ КОНТУРОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Молчанов А.В.

*НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана,
105005, г. Москва, Госпитальный пер., д. 10,
тел./факс: 8(499)263-61-15,
E-mail: a.molchanov86@gmail.com*

In the paper, we observe existing approaches to design of algorithms of motion control of underwater vehicles. The main synthesis specifics are revealed and the most perspective directions for further development are shown.

Система управления (СУ) движением подводного аппарата (ПА) может быть условно разделена на СУ верхнего уровня, задающую траекторию движения ПА, и СУ нижнего уровня, включающую в себя локальные контуры управления – контуры курса, дифферента, крена, лага, марша, глубины, отстояния от дна. В докладе рассматриваются существующие подходы к построению алгоритмов локальных контуров.

Параметры математических моделей, описывающих движение ПА как объекта управления (ОУ), меняются, т.к. они зависят от ряда факторов: скоростей движения ПА, углов наклона. Также на ПА действуют внешние возмущения: течение, реакция кабеля. Поэтому для придания СУ ПА требуемых динамических свойств встает задача построения алгоритмов, слабо чувствительных как к изменению параметров ОУ, так и к действию внешних возмущений. В литературе прослеживаются два направления к построению СУ локальных контуров ПА: первое – на базе классической теории линейных систем автоматического управления, второе – направлено на создание адаптивных регуляторов.

Первое направление требует достаточно точного знания математической модели ОУ. Для синтеза алгоритмов СУ модель линеаризуется, а сам синтез проводится для наилучшего с точки

зрения устойчивости случая движения ПА (нахождение аппарата на столе). При этом СУ чувствительна к изменению параметров ОУ и внешним возмущениям. Для снижения данной чувствительности в СУ вводятся дополнительные внутренние обратные связи: по скорости и ускорению. Недостатком построенных таким образом алгоритмов является зависимость качества работы СУ от изменения параметров ОУ.

Второе направление активно развивается и также находит применение в СУ ПА. Оно включает в себя совокупность методов синтеза адаптивных и нелинейных регуляторов, слабо чувствительных к внешним возмущениям и изменениям параметров ОУ. Подобные методы синтеза применяются для ОУ, математические модели которых содержат существенные нелинейности, изменчивости параметров, перекрестные связи. К их числу относятся методы с организацией скользящих режимов, различные адаптивные регуляторы, нейросетевые регуляторы, алгоритмы, построенные на основе метода обратных задач динамики.

Далее, по результатам ряда публикаций, анализируются, применительно к СУ ПА, алгоритмы из данных направлений.

Пропорционально-дифференциальные (ПД) и пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД) регуляторы

ПД и ПИД регуляторы пользуются популярностью среди разработчиков СУ ПА, отличаются простотой реализации, однако, при постоянных параметрах регуляторов, не обеспечивают желаемого качества работы СУ при изменении параметров ПА.

Адаптивные линейные регуляторы

Адаптивные линейные регуляторы являются развитием линейных регуляторов. Идея заключается в оценке или предсказании параметров линеаризованной модели ОУ и последующей подстройке параметров регулятора. Основные проблемы данных регуляторов вытекают из необходимости знания модели ОУ и качества методов оценки его параметров.

Реализация в СУ скользящего режима

Метод синтеза основан на переключении между различными структурами СУ для обеспечения движения ОУ по прямой скольжения на фазовой плоскости. Благодаря реализации скользящего режима СУ становится слабо чувствительной как к изменению параметров ОУ, так и к внешним возмущениям, однако, практическая реализация данного режима испытывает трудности в связи с ограничениями на энергетику

переключений и наличием неучтенных при синтезе динамических звеньев в модели ОУ.

СУ на основе обратных задач динамики и принципа управления по высшей производной

Идея метода заключается в том, чтобы внутренний контур СУ (по высшей производной) с высоким быстродействием точно воспроизводил воздействие, задаваемое внешними контурами. Тогда динамика всей системы будет определяться лишь внешними контурами, которые и будут формировать желаемую модель движения ОУ, т.н. эталонную модель. Несмотря на то, что метод пока не получил широкого распространения при синтезе СУ ПА, он имеет серьезные перспективы благодаря простоте, приданию СУ свойств слабой чувствительности к изменению параметров ОУ и влиянию возмущений, в частности, перекрестных связей в модели динамики ПА.

Заключение

На основе представленного обзора можно сделать вывод о целесообразности сосредоточения усилий при разработке СУ ПА на применении методов синтеза, обеспечивающих стабильное качество работы СУ при изменении параметров ПА и влиянии внешних возмущений.

Литература

1. Крутько П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем. Нелинейные модели. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 328 с.
2. Филаретов В.Ф. Устройства и системы управления подводных роботов. М.: Наука, 2005. 270 с.
3. Slotine J.J. Applied nonlinear control. Prentice Hall, 1991. 450 p.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAE COSMOSFLOWWORKS ДЛЯ РАСЧЁТА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Новиков В.И., Черненко К.В.

*НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана,
105005, г. Москва, Госпитальный пер д.10
тел. (499) 263-61-14 факс. (499) 263-61-15
e-mail chernenkov@mail.ru*

Observe calculation hydrodynamic drag forces of remotely operated vehicles and towed vehicle using CAE COSMOSFloWorks.

При проектировании НПА большое значение имеет обеспечение требуемой в техническом задании скорости движения. Важно иметь возможность оценить скоростные характеристики НПА уже на этапе определения базовой концепции аппарата и выборе схемы движительно-рулевого комплекса. Однако на этом этапе определение гидродинамических характеристик НПА теоретическими методами зачастую представляется затруднительным, т.к. для каждого варианта компоновки требуется определить ряд параметров: положение центра масс и центра объёма НПА, моменты инерции относительно главных осей НПА, гидродинамическое сопротивление аппарата и моменты от сил гидродинамического сопротивления. Эта задача значительно упрощается при использовании CAE (Computer Aided Engineering) - программ.

В докладе рассматривается применение партнёрского приложения САПР SolidWorks (Dassault Systèmes) – COSMOSFloWorks для расчёта гидродинамических характеристик НПА. FloWorks удобен тем, что является партнёрским приложением, т.е. полностью интегрирован в SolidWorks. Таким образом, весь процесс разработки НПА от создания модели до расчёта гидродинамических характеристик может быть выполнен с использованием данной САПР.

При использовании метода конечных элементов (метода конечных объёмов как его частного случая) необходимо учитывать неизбежные при любой численной аппроксимации условности и погрешности. Поэтому вопрос о точности полученного решения

является одним из важнейших при использовании САЕ-программ. Чтобы определить точность полученного с помощью FloWorks решения и возможность применения этого САЕ для расчёта гидродинамических характеристик НПА, был выполнен расчёт двух аппаратов, для которых имелись результаты испытаний в гидробассейне: осмотрового класса с удобообтекаемой формой, аппарат рабочего класса и буксируемого аппарата.

Для расчёта были использованы трёхмерные модели трёх аппаратов.

Расчёт выполнялся с использованием одинаковой сетки при различной скорости набегающего потока. В таблице 1 представлено сравнение результатов испытаний и расчета для осмотрового аппарата, в таблице 2 – для рабочего. Из таблиц видно, что погрешности моделирования практически не зависят от скорости набегающего потока.

Таблица 1 - Расчёт модели осмотрового НПА в автоматическом режиме					
Скорость движения аппарата		0,1	0,5	0,7	1,1
Сила сопро- тивления	Экспериментальные данные	1,309	13,773	24,745	56,166
	Расчетные данные	0,416	10,033	19,574	48,122

Таблица 2 - Расчёт модели рабочего НПА в автоматическом режиме					
Скорость движения аппарата		0,28	0,51	0,74	1,18
Сила сопро- тивления	Экспериментальные данные	39,851	111,9	220,7	531,4
	Расчетные данные	24,081	80,30	169,4	431,8

Таким образом, для предварительных расчётов гидродинамических свойств плохообтекаемых НПА при скоростях < 1,5 м/с можно использовать САЕ FloWorks. По результатам расчета достигнут приемлемый уровень погрешности при высокой скорости расчёта.

Натурные испытания модели буксируемого аппарата (цилиндрический корпус, носовое, основное среднее и кормовые крылообразные поверхности) показали отсутствие устойчивости на требуемых скоростях буксировки. Были получены зависимости коэффициентов гидродинамического сопротивления аппарата и графики моментов, действующих на аппарат относительно точки буксировки, но исследование эффектов, вызывающих потерю устойчивости, проведено не было. Аналитические методы расчета гидродинамики использованных на аппарате крыльев с малым удлинением не позволили установить причины потери устойчивости, так как не учитывают взаимовлияние поверхностей аппарата.

Для выполнения расчетов использовалась автоматическая сетка. По результатам расчета был получен характер обтекания тела и взаимовлияние поверхностей. Из него следовало, что буксируемый аппарат имеет дифферент на корму 6° , но угол скоса потока, набегающего на кормовые рули, равен углу установки основного крыла. Данный эффект на экспериментальных моментных графиках выражался в одинаковом характере изменения кривых при изменении угла дифферента.

По результатам расчета были выработаны рекомендации по улучшению гидродинамических характеристик и статической устойчивости.

Использование САЕ – программ позволяет анализировать конфигурации тел и их характеристики на ранних стадиях проектирования, а также снизить стоимость и сроки выполнения работ.

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КОМПЬЮТЕРНОМ ТРЕНАЖЁРЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Куценко А.С., Егоров С.А., Вельтищев Вит.В.

*НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана,
105005, г. Москва, Госпитальный пер., д.10,
тел./факс: (499) 263-61-15, e-mail: sm42@sm.bmstu.ru*

В докладе рассмотрены особенности сетевого взаимодействия в компьютерном тренажёре, разработанном в НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана и предназначенном для подготовки операторов телеуправляемого подводного аппарата (ТПА). В тренажёре ТПА может выполнять подводные работы по поиску, обнаружению различных объектов при нахождении базового судна на стопе. На данном тренажёре оператор выполняет упражнения на моделях, обеспечивающих имитацию функционирования систем ТПА без участия самого аппарата, системы лебедочной кабельной и других аппаратных средств. Функционирование тренажёра осуществляется на вычислительных средствах штатного пультowego оборудования ТПА под управлением операционной системы Linux.

Тренажёр представляет собой программный комплекс, в состав которого входят следующие программы (рис. 1): «Загрузчик пульта управления ТПА», «Инструктор», «Пульт управления ТПА», «Загрузчик пульта управления гидроакустики», «Пульт управления гидроакустики», «Динамика и визуализация», «Система управления», «Сервер».

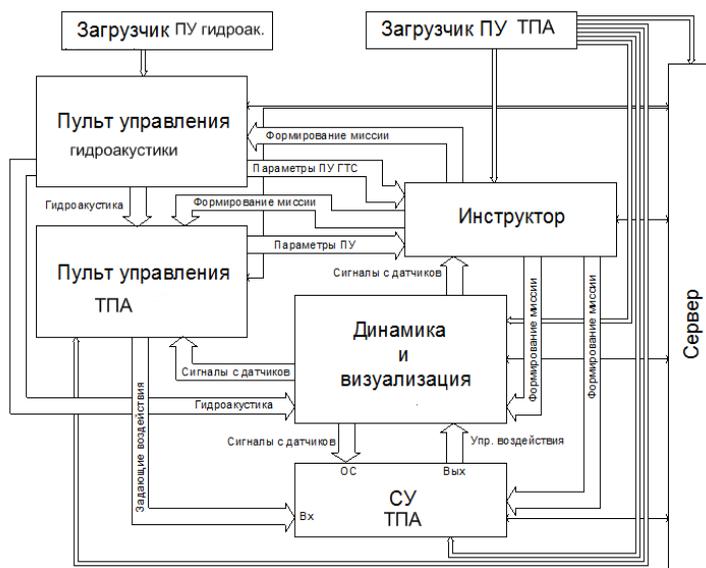


Рис. 1. Схема информационного взаимодействия программ тренажера

Упрощённо взаимодействие программ выглядит следующим образом. При отклонении рукоятки или нажатии кнопок на пульте управления аппаратом программа «Пульт управления ТПА» формирует задающие сигналы для программы «Система управления». Программа «Система управления» вычисленные задающие воздействия передает в программу «Динамика и визуализация» для управления движением ТПА, лебедкой, светильниками и другими исполнительными органами. В программе «Динамика и визуализация» моделируются движение ТПА, датчики, расположенные на ТПА, лебедка, другие системы, а также подводная среда. Положение ТПА в пространстве передается программам «Система управления» (для обратных связей), «Пульт управления ТПА», «Пульт управления гидроакустики» (для моделирования экранов гидроакустики), «Инструктор» (для создания журнала миссии). Изображение из программы «Динамика и визуализация» поступает на экран «Пульта управления ТПА», моделируя вид с видеокамер, расположенных на ТПА.

Для реализации функциональности тренажера потребовалось организовать сетевое взаимодействие всех программ в реальном времени на штатном пультовом оборудовании ТПА. Для согласованного информационного взаимодействия всех программ тренажера в реальном времени используется программа «Сервер».

Программа «Сервер» обеспечивает установление соединений для циклического обмена информацией между программами тренажера, диагностику состояния связи с программами тренажера и оперативное оповещение всех программ о наличии неисправностей в сетевых обменах, гарантированную доставку разовых информационных сообщений между программами тренажера, пересоединение при обнаружении разрыва связи между компонентами тренажера.

После начального запуска тренажера каждая из программ пытается установить соединение с программой «Сервер», заранее зная физическое расположение сервера по его адресу. После появления связи с сервером программа «Сервер» запоминает адреса каждой программы и при появлении циклических посылок от программы к программе уже передает информацию в нужном направлении, зная адреса всех программ. В случае отсутствия какой-либо запущенной программы, без которой работа тренажера невозможна, программа «Сервер» выдает диагностические сообщения всем программам, включая инструктор, на экране которого отражается текущее состояние загрузки всего тренажера. До появления диагностического

сообщения о наличии связи со всеми программами тренажер запустить невозможно.

Такая организация сетевого взаимодействия программ позволяет всем программам работать на более высоком уровне передачи данных, не заботясь о направлении (с какого IP-адреса на какой IP-адрес и на какие порты передавать, а на какие принимать). Вся рутинная работа по пересылке данных ложится на программу «Сервер».

Для удобства были реализованы два типа протоколов обмена: циклический асинхронный с большим объемом данных и с высокой частотой обмена (~50 Гц) без подтверждений (аналог UDP) и разовые сообщения с ограниченной длиной с подтверждениями для передачи диагностической информации и межпрограммных разовых сообщений, передаваемых от одной программы к другой с гарантированной доставкой (аналог TCP). Разовые сообщения представляют собой форматированный в соответствии со стандартом XML текст. Программа «Сервер» выполняет функции маршрутизатора разовых сообщений и отвечает за гарантированную доставку сообщений от модуля к модулю. В общем случае схема доставки разовых сообщений от модуля к модулю представлена на рис. 2.

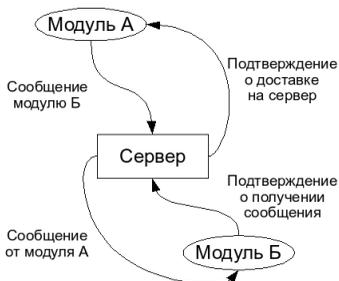


Рис. 2. Процесс доставки разовых сообщений (сетевые модули А и Б встроены в разные программы).

Подробно процесс доставки разовых сообщений от модуля к модулю представлен на рис. 3а. Целостность разового сообщения проверяется на основе контрольной суммы, передаваемой вместе с текстом разового сообщения. Если получатель обнаруживает нарушение целостности сообщения, то он отправляет отправителю уведомление об ошибке. Получив уведомление об ошибке, «Сервер» повторяет посылку разового сообщения. Данный процесс повторяется, пока клиент-получатель не подтвердит правильность принятого сообщения, как показано на рис. 3б.

Представленная архитектура сетевого взаимодействия обеспечивает надёжное функционирование всего тренажёра в реальном масштабе времени. Также такая организация позволяет запускать тренажер как на одной, так и на нескольких ЭВМ.

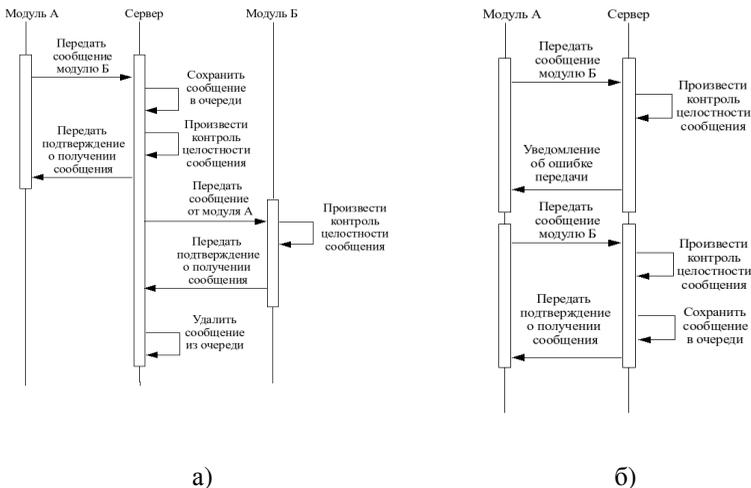


Рис. 3. Процесс передачи разовых сообщений (а) и процесс контроля целостности сообщения (б).

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ОСМОТРОВОГО ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Егоров С.А., Молчанов А.В., Куценко А.С.

НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана,
105005, г. Москва, Госпитальный пер., д.10,

В докладе рассматриваются особенности построения системы управления (СУ) движением малогабаритного осмотрового телеуправляемого подводного аппарата (ТПА), разработка которого ведется в НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Особенности данного ТПА являются: 6 управляемых координат (курс, дифферент, крен, марш, лаг, глубина / отстояние от дна), отсутствие программных режимов работы, малые габариты и масса, нежесткие требования к стабилизации углового положения.

Учитывая отсутствие программных режимов движения, СУ ТПА состоит только из локальных контуров управления движением. При этом выделяются следующие режимы работы СУ:

- ручной – позволяет реализовать движение ТПА со штатного пульта управления путем прямой подачи сигналов от задающих органов пульта на приводы движителей аппарата. Все контуры управления движением работают в разомкнутом режиме;

- автоматизированный – позволяет реализовать движение ТПА в толще воды или при работе у дна путём управления скоростью ТПА относительно воды по маршу и лагу, глубиной погружения или отстоянием ТПА от дна, курсом, дифферентом и креном. Контур маршевой, лаговой скорости работают в разомкнутом режиме, контур глубины (отстояния от дна), контуры управления углами ориентации - в замкнутом режиме;

- динамическое позиционирование (ДП) ТПА – осуществляется по данным системы видеостабилизации (СВС) путём выдачи оператором соответствующей команды с пульта управления ТПА. При этом производится стабилизация нулевых значений координат в связанной с аппаратом системе координат (по маршу и лагу) на момент введения данного режима и текущих на момент введения режима значений глубины погружения или отстояния ТПА от дна, углов курса, дифферента, крена аппарата. В режиме ДП также реализуется управление смещениями ТПА относительно исходной точки позиционирования. Позиционные маршевый и лаговой контуры, контур глубины (отстояния от дна), контуры управления углами ориентации ТПА работают в замкнутом режиме.

Для работы данных контуров требуется информация с позиционных датчиков и производные по соответствующим координатам. Всю необходимую информацию о параметрах движения для системы управления формирует информационно-измерительный комплекс (ИИК), состоящий из аппаратной (набор измерителей) и

программной частей (алгоритмы обработки показаний датчиков). На основании установленных требований определен следующий состав аппаратной части ИИК: цифровой магнитный компас (МК) с тремя акселерометрами и тремя магнитометрами в своем составе, 3 датчика угловых скоростей (ДУС), прецизионный датчик давления для измерения глубины, эхолот для измерения отстояния, измеритель линейных смещений по данным с видеокамеры (СВС) для реализации режима ДП. При этом МК и 3 ДУС объединяются в единую бесплатформенную систему ориентации, алгоритмы которой, благодаря использованию принципа инвариантности, позволяют устранить основные погрешности указанных измерителей и сделать показания по углам ориентации безинерционными. Для получения скоростей по глубине и отстоянию показания соответствующих датчиков дифференцируются после предварительной фильтрации. СВС выполнена в виде отдельного вычислительного модуля, поставляя данные о линейных смещениях ТПА относительно исходной точки. С учетом требований по точности, стоимости и массогабаритным характеристикам в качестве указанных измерителей были выбраны следующие датчики: цифровой магнитный компас TCM-XB фирмы PNI (США), 3-х осевой волоконно-оптический гироскоп VG091-3D фирмы Физоптика (Россия), датчик давления D10 фирмы WIKA (Германия), эхолот PSA-916 фирмы Teledyne Benthos (США). Все датчики имеют цифровой последовательный интерфейс, что позволяет упростить процедуру их встраивания и сузить требования к периферии центрального вычислителя.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ АВТОНОМНЫЙ НЕОБИТАЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРУППОВЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ШЕЛЬФЕ

Дубровин Ф.С.¹, Туфанов И.Е.², Щербатюк А.Ф.²

¹ *Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток*

² *Институт проблем морских технологий ДВО РАН
scherba@imtp.febras.ru*

New small AUV is considered in the paper. This AUV is designed for multiple vehicle operation. Control system is divided in two parts: constant part and variable part. Constant part contains control system

core, communicator, a simple planner, motion regulators, data storage subsystem, alarm subsystem, navigation subsystem, device drivers (including controllers inside of onboard devices). Variable part of the control system is current mission itself. Messages are transferred via acoustic modem or by radio modem (on the surface). The messages transmission is based on the IPC mechanism. These messages are used for communication as inside of AUV, as between vehicles and supporting ship. Some results of AUV trials are supplemented.

Подводный аппарат (см. рис. 1: см. илл. 17-1 цв. вкладки) предназначен для выполнения экологических и обзорно-поисковых исследований в толще воды и вблизи дна. АНПА включает корпусную систему, движительно-рулевой комплекс /ДРК/, систему энергообеспечения, системы программного управления /СПУ/ и аварийного контроля, навигационный комплекс, системы акустической и радиосвязи, средства обнаружения подводного аппарата, а также информационно-измерительный комплекс /ИИК/. В минимальный комплект ИИК входят гидролокатор бокового обзора /ГБО/, датчики температуры, давления и электропроводности воды. Предусмотрен вариант оснащения ИИК цифровой цветной фотосистемой высокого разрешения с импульсным источником освещения, профилографом, автономным магнитометром, а также датчиком метана и флюорометрами на фитопланктон и растворенные органические вещества.

Базовая конфигурация аппарата имеет длину около 2 метров, диаметр – 23 см и вес 55 кг. Максимальная рабочая глубина составляет 200 м. Штатная батарея обеспечивает 10 часов непрерывной работы при скорости движения 2 м/с. Полный пробег при этом составляет около 70 км. Имеется возможность установки двойного комплекта аккумуляторов.

СПУ состоит из постоянной и переменной частей. Постоянная часть включает монитор реального времени (МРВ), коммуникатор СПУ, планировщик выполнения команд, регуляторы движения АНПА, бортовой архиватор данных, контрольно-аварийную и навигационную системы, а также драйверы бортовых устройств (включая управляющие программы в самих бортовых устройствах). Переменная часть представляет собой программу-задание (миссию) для текущего запуска. Для управления устройствами АНПА используется набор управляющих программ – драйверов. Драйвер осуществляет связь с устройством через последовательный порт (RS-232 или USB).

Для передачи сообщений, как между параллельно работающими процессами, реализующими указанные выше программные модули, так и для связи между АНПА и с постом оператора, используется механизм IPC. С его помощью осуществляется обмен по принципу «публикатор-подписчик». Для обмена сообщениями между подводными аппаратами и с постом оператора используются системы радио (на поверхности) и гидроакустической связи. Все программное обеспечение работает под управлением ОС Linux.

Для управления миссией служит «менеджер миссии». Он получает команды с судового поста управления о загрузке новой миссии и готовит ее к выполнению. На него также возложены функции приостановки или восстановления миссии, отмены текущего задания, полной отмены или смены миссии. Миссия представляет собой программу, содержащую вызовы специальных функций – команд управления аппаратом, которые делятся на три класса: команды управления движением, команды управления бортовыми устройствами, команды запроса данных. Диагностика подсистем АНПА в режиме реального времени также реализована в виде отдельного процесса.

Навигационная программа рассчитывает координаты АНПА на основе обработки данных от нескольких устройств: GPS (на поверхности), инерциального измерительного модуля, доплеровского лага и гидроакустической навигационной системы. С целью создания мобильного навигационного комплекса, для АНПА используется синхронная гидроакустическая навигационная система с синтезированной длинной базой /СДБ ГАНС/, использующая в качестве единственного навигационного маяка буксируемую судовую антенну /БСА/. Данная гидроакустическая навигационная система одновременно обеспечивает навигацию нескольких АНПА в одной акустической сети.

Для выполнения начального этапа морских испытаний АНПА использовалось научно-исследовательское судно /НИС/ «Юрий Молоков» катамаранного типа (рис. 1: см. илл. 17-1 цв. вкладки)). Данный этап морских испытаний проводился в бухте Новик Японского моря в районе острова Русский вблизи г. Владивостока в августе 2011 года. Целью начального этапа испытаний являлось подтверждение работоспособности комплекса при формировании на борту обеспечивающего судна программы-задания (миссии) с использованием пульта оператора, загрузки ее в АНПА и исполнения в реальных морских условиях в режиме реального времени.

На основе анализа накопленных во время выполнения миссий данных о параметрах движения и полученных траекторий движения АНПА сделан вывод о том, что миссии выполняются корректно. На рис. 2 показан планшет с траекторией АНПА при выполнении миссии, в которой подводному аппарату требовалось последовательно выполнить четыре последовательных галса - на север, запад, юг и восток.

На следующем этапе морских испытаний предполагается исследовать работоспособность и точность интегральной навигационной системы АНПА с синтезированной гидроакустической длинной базой. Затем предполагается отладка групповых алгоритмов работы АНПА, предназначенных для решения прикладных задач (картографирование дна, поиск затонувших объектов, экологический мониторинг, оценка запасов биоресурсов, охрана заповедных морских акваторий и пр.).

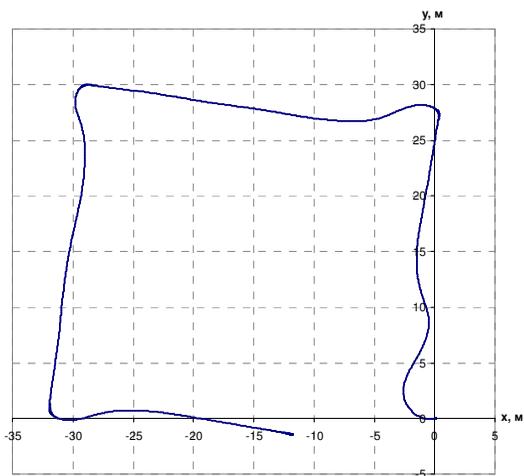


Рис. 2. Реальная траектория движения АНПА, полученная в результате выполнения миссии «движение по сторонам квадрата».

**ПОДВОДНЫЙ БУКСИРУЕМЫЙ ВИДЕОМОДУЛЬ
КОМПЛЕКСА ОБНАРУЖЕНИЯ И ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ
МОРСКИХ ГАЗОГИДРАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Егоров А.В., Афанасьев В.Н, Лежнин В.А.,

Римский-Корсаков Н.А., Лискин В.А., Пронин А.А.

*Институт океанологии им П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский проспект д.36,
тел: (499) 1245996, факс: (499) 1245983,
E-mail: liskin@ocean.ru*

The design of the deep towed vehicle equipped with video and sonar devices is discussed. This video module is the part of instrument set for gas hydrate search and recourses estimation.

Подводный буксируемый видеомодуль, входящий в состав подводного телеуправляемого комплекса для обнаружения и оценки ресурсов морских газогидратных месторождений, предназначен для дистанционного видео обследования морского дна в режиме буксировки в районах, перспективных на содержание в осадках газовых гидратов, и записи телевизионного изображения на видеорекордер.

Подводный буксируемый видеомодуль обеспечивает постановку исследовательского модуля - лендера с помощью телеуправляемого устройства в визуально выбранной точке. Буксировка производится посредством комбинированного оптоволоконного кабеля-троса, связывающего механически и электрически собственно подводный модуль с судном обеспечения. Обследование морского дна осуществляется с помощью цветной высокочувствительной телекамеры. Телевизионное изображение передается через комбинированный оптоволоконный кабель-трос на судовой видеомонитор и может записываться на видеорекордер.

Подводный буксируемый видеомодуль имеет возможность определения расстояния от видеомодуля до дна, с помощью устанавливаемого эхолота, и обеспечивает передачу этой информации о расстоянии на борт судна по оптоволоконному кабель-тросу.

Видеомодуль может работать в двух режимах. В первом он используется для обследования дна в районах предполагаемых постановок, с его помощью локализуются места подводной пузырьковой разгрузки газа со дна, бактериальные маты, очаги сгущения плотности бентосных организмов и другие признаки высачивания углеводородов со дна и образования газовых гидратов на дне. Во втором режиме видеомодуль используется для прицельной постановки постановочного модуля - лендера в выбранное по результатам видеосъемки месте. Видеомодуль может использоваться

так же при проведении различного рода работ по обследованию морского дна, в частности, и для поиска затонувших объектов. Общий вид подводного буксируемого видеомодуля и составляющих его устройств представлен на илл. 18-1 цв. вкладки.

Для оперативного наблюдения за поверхностью морского дна в качестве видеомонитора можно использовать любой видеомонитор с входом для композитного видеосигнала. Компьютер и DVD рекордер могут использоваться для записи видео изображения, как в процессе буксировки, так и позже в процессе просмотра и корректировки видео изображения дна. Использование оптоволокну в качестве среды распространения видеосигнала обеспечивает абсолютную защищенность линии связи от электромагнитных, электростатических помех, атмосферного электричества.

Видеомодуль работает в двух основных режимах:

- в режиме эхолота, при котором измеряется расстояние от дна до подводного носителя;
- в режиме телевидения, при котором производится запись телевизионного изображения морского дна.

Оператор, наблюдая изображение морского дна и показания эхолота, с помощью органов управления лебедкой может эффективно управлять движением видеомодуля, сводя риск повредить подводный носитель до минимума. При необходимости видео изображение можно сразу записывать на DVD рекордер.

Новизна научных и технологических решений заключается в реализации системного подхода по изучению газовых гидратов на дне с использованием подводных буксируемых многофункциональных видеокомплексов и подводных телеуправляемых донных комплексов - лендеров. В основе системной концепции заложены теоретические модели механизмов вертикального переноса флюидов, содержащих метан, и формирования скоплений газовых гидратов на дне. Предполагается использовать видеокомплексы и лендеры для решения конкретных задач поиска и исследования масштабов образования газовых гидратов в акваториях. Это направление работ относится к самым современным направлениям в исследовании проблемы газовых гидратов на дне Мирового океана.

Разрабатываемая аппаратура в составе создаваемого комплекса - подводного буксируемого видеомодуля и телеуправляемого донного комплекса - лендера базируется на оригинальных технических решениях, в частности, использующих расширенный состав донных камер, что дает возможность повысить точность количественных расчетов потоков химических элементов через морское дно.

Оснащение лендера двухуровневой системой видеонаблюдения, состоящей из буксируемого и постановочного видео-модулей, существенно расширяет функциональные возможности разрабатываемого комплекса.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, ОБНАРУЖЕННЫХ В ХОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДНА ВОДОЕМОВ ГИДРОЛОКАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

Римский-Корсаков Н.А., Пронин А.А.

*Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Шишова РАН, 117997,
Нахимовский 36, Москва, Россия, +7(499)1247987,
nrk@ocean.ru*

Side scan sonar images interpretation is based on sonar operator visual experience, the special catalogs data, various viewing sonar angles, targets shadows configuration, other acoustical, geophysical and geochemical obtained data.

В первую очередь идентификация подводных объектов ведется по гидролокационным изображениям, полученным с помощью ГБО. На рис. 1 (см. илл. 19-1 цв. вкладки) и рис. 2-3 приведены гидролокационные изображения некоторых типичных подводных объектов вместе со схемами их интерпретации.

Одиночное изображение позволяет установить природу ПО по известным габаритам, соотношению длин сторон и наличию отличительных черт, таких как мачты и надстройки судов, тени провисающих трубопроводов, прямолинейность трасс кабелей и дюкеров, скопление одинаковых целей-контейнеров захоронений отходов вредных производств и т.п.

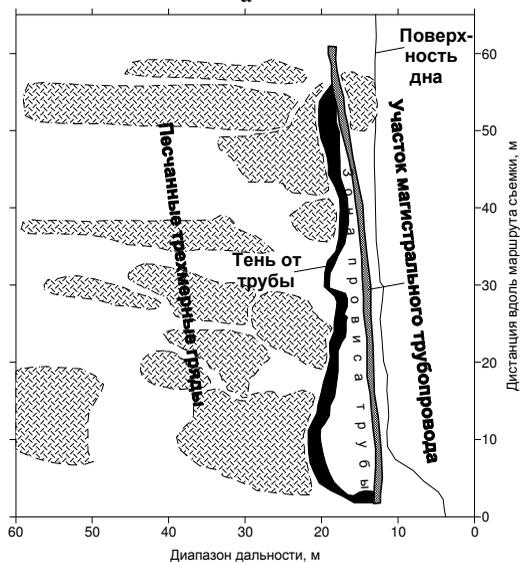
Дополнительная информация об объекте может быть получена при визуальном анализе гидролокационных изображений, полученных при обзоре ПО с различных ракурсов и дистанций. При этом регистрируются детали, экранированные самим объектом при одностороннем обзоре.

Принцип действия ГБО предполагает наличие на изображениях зон акустических теней (отсутствие отраженного сигнала), создаваемых обследуемыми объектами, их деталями и элементами. Форма и величина тени несет информацию о конфигурации и высоте

объекта. Часто бывает, что сам объект выглядит на изображении не контрастно, в то время как форма тени позволяет его идентифицировать.



а



б

Рис. 2. Подводный переход магистрального газопровода, (провис

трубы), р. Обь, п. Перегребное, ГБО-80 (78кГц), а – гидролокационное изображение, б – схема интерпретации.

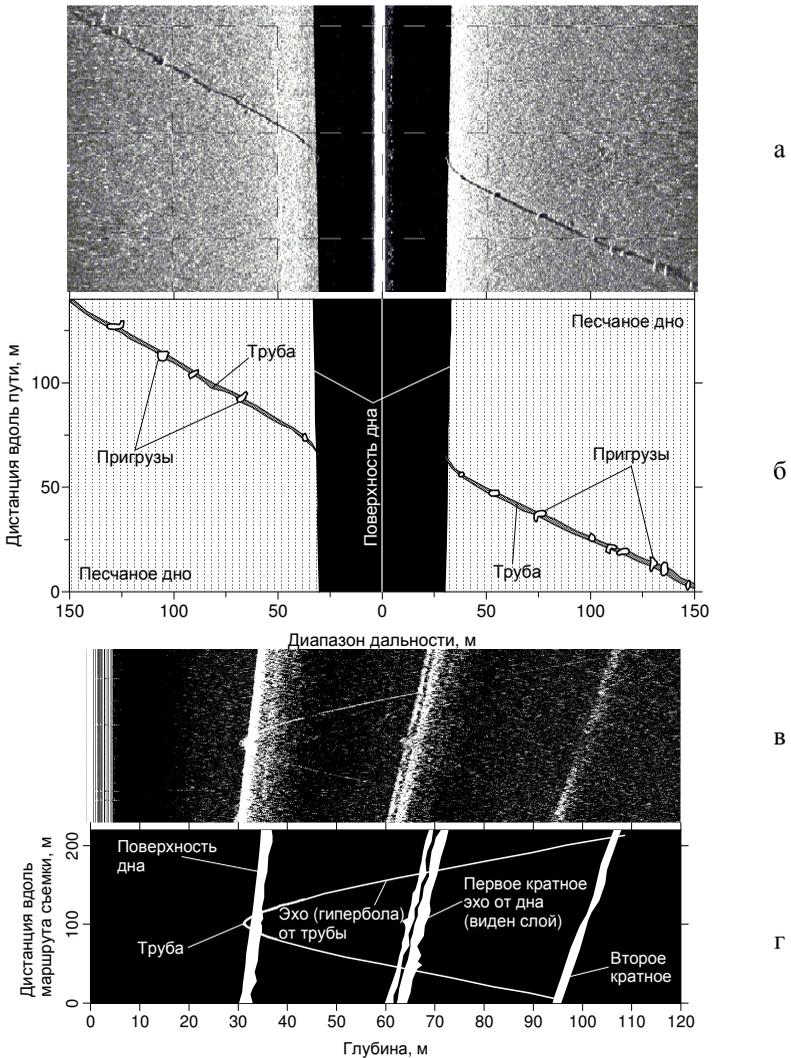


Рис. 3. Труба морского джукера и слоистые донные отложения. Новороссийская бухта, ГБО (240кГц), АП-5 (5кГц), а – гидролокационное изображение, полученное с помощью ГБО, в –

с помощью АП, б, г – соответствующие схемы интерпретации.

Однозначной идентификации объектов способствует повышение разрешающей способности гидролокаторов (повышение рабочей частоты, направленности, уменьшение длительности зондирующих импульсов) и детальности съемки (снижение диапазона дальности и скорости движения). При этом выявляются более мелкие детали и элементы объекта, по которым он идентифицируется.

Все рассмотренные способы идентификации объектов и повышения эффективности этого процесса основаны на визуальном просмотре масштабированных изображений объектов. При этом оператором используются каталоги и атласы записей ГБО, сделанных на известных объектах [1, 5, 6]. Эталонные гидролокационные изображения содержатся также в отчетах по обследованию подводных потенциально опасных объектов (ППОО) МЧС России.

Для идентификации изображений ПО, полученных с помощью ГБО, используются данные, полученные с помощью акустического профилографа. Это возможно в тех случаях, когда часть ПО заглублена в донные отложения. Применение магнитометров позволяет определить магнитные свойства и материал объекта при его идентификации.

После обнаружения и определения координат ПО, его идентификация может производиться визуально с использованием труда водолазов, а также с помощью телевизионной и фото съемки с борта различных автономных и телеуправляемых носителей.

Косвенная идентификация объекта может быть проведена по результатам химического и радиационного анализа проб воды и донного грунта, отобранных в непосредственной близости от ПО, а также по наличию радиационного излучения.

Далее приведена структура технологии, разработанной для комплексного обследования ППОО [2, 3, 4].

1. Вначале проводится обследование гидролокационными методами окрестности точки (полигона) предполагаемого места нахождения ППОО.

2. Если объект обнаружен и идентифицирован, то:

2.1. Проводится уточнение местоположения объекта методом дополнительной гидролокационной съемки на нескольких пересекающихся галсах.

2.2. Осуществляется отбор проб воды, донного грунта и гидрофизическое зондирование (скорость и направление течений) в непосредственной близости от объекта.

- 2.3. Проводится обследование объекта средствами видеотехники ТПА и (или) с применением труда водолазов.
- 2.4. Проводится анализ проб воды и донного грунта, обработка данных гидрофизического зондирования.
- 2.5. На основании полученных данных уточненные координаты, описание объекта и района вносится в Реестр ППОО.
3. Если в результате выполнения пункта 1 объект обнаружен, но его природа не идентифицирована, то:
 - 3.1. Проводится дополнительное обследование объекта методом гидролокационной съемки с высоким разрешением на малых дистанциях и уточнение его местоположения.
 - 3.2. Далее, в зависимости от результатов съемки выполняются действия по п. 2 или п. 4.
4. Если в результате съемки по пункту 1 объект не обнаружен вовсе, то в месте его предполагаемого нахождения проводятся следующие исследования.
 - 4.1. Отбор проб воды, донного грунта и гидрофизическое зондирование в точке предполагаемого нахождения ППОО.
 - 4.2. Проведение анализов проб воды, донного грунта и данных гидрофизического зондирования (скорость и направление течений).
5. Далее зона поиска расширяется до смыкания с соседними зонами в прибрежных водах.

Литература

1. Belderson R.H., Kenyon N.H., Stride A.H., Stubbs A.R. Sonographs of the Sea Floor. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, New-York, 1972.
2. Вяльшев А.И., Мельников В.И., Римский-Корсаков Н.А. Аспекты технологии и стратегии обследования ППОО в Балтийском море. Подводные технологии, М, 2006, №5-6, сс.50-56.
3. Вяльшев А.И., Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А. Геофизическое обеспечение поиска и обследования подводных потенциально опасных объектов. Материалы 10 научно-технической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований», ИО РАН, М, 2007, часть 1, сс. 124-126.
4. Вяльшев В.И., Мельников В.И., Римский-Корсаков Н.А. Технология и стратегия обследования ППОО в Балтийском море. Тезисы доклада на научно-практической конференции «Подводные работы специального назначения», МЧС, 2006.

5. Нижняя Волга: палеография и русловая морфодинамика (под ред. Г.И.Рычагова и В.Н.Коротаева). – М.:ГЕОС, 2002. –242 с.
6. Атлас русловой морфодинамики Нижней Волги. (Редакторы: В.Н.Коротаев, Д.Б.Бабич, Р.С.Чалов). М.: Изд-во Московского университета. 2009. 239с. илл.

ГИДРОЛОКАТОР БОКОВОГО ОБЗОРА КАК СРЕДСТВО ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИДОННОГО СЛОЯ ОКЕАНА

Корчагин Н.Н., Пронин А.А., Римский-Корсаков Н. А

*Учреждение Российской академии наук, Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Нахимовский
3б, Москва, Россия, +7(499)1247987, e-niknik@mail.ru*

Near bottom side scan sonar images can be used for interpretation of hydrophysical data obtained by CTD-devices mounted together with sonar on the same deep towed body.

В настоящее время исследование гидрофизических характеристик придонных слоев моря является актуальной задачей. Интерес к придонному слою связан, прежде всего, как приграничному слою с характеристиками, структурой физических полей и динамикой вод, зависящими от геоморфологии дна и существенно отличными от верхних слоев моря [1]. Однако направленное исследование придонных слоев началось лишь с внедрением в практику океанологических измерений устройств с получением вертикальных профилей термohалинных характеристик от поверхности до близлежащих ко дну слоев воды, т.е. до глубины, в лучшем случае, порядка 10 м. К сожалению, такие измерения носили, в основном, единичный характер, хотя и проводились во многих районах Мирового океана, но были разнесены друг от друга на многие десятки и сотни километров. Таким образом информация о характеристиках придонных слоев представлялась и представляется, в основном, отдельными точечными данными. Здесь надо отметить, что структуры придонных слоев по своим характерным толщинам (в основном, в несколько десятков метров) и в горизонтальном плане относятся к мезомасштабам [2]. Поэтому STD-данных явно недостаточно для полноты изучения мезомасштабных придонных слоев.

В силу технической сложности проведения масштабных придонных измерений имеется не так уж много соответствующих устройств и методов. Одним из них является аппаратный гидрофизический комплекс «Мезоскан» – гидролокатор бокового обзора (ГБО), используемый для гидролокации морского рельефа с целью его обзора и визуализации различных тел и объектов на дне, а также определенных гидродинамических возмущений (аномалий) в толще воды. В последнем случае такими возмущениями являются, например, внутренние волны (ВВ), и измерения их параметров с помощью ГБО проводились неоднократно [4]. Визуализация волновых возмущений при буксировки ГБО связана с рассеивающей поверхностью, на которой отражается сигнал гидролокатора. В качестве такой поверхности может быть использована как поверхность дна моря (на малых глубинах), так и его поверхность (на больших глубинах).

В случае, когда в качестве рассеивающей поверхности используется поверхность дна буксировку ГБО осуществляют выше пикноклина, и характеристику направленности его антенн ориентируют в направлении поверхности морского дна. При наличии волновых возмущений на пикноклине изображение поверхности дна на мониторе комплекса «Мезоскан» представляется чередой темных и светлых полос вследствие увеличения и уменьшения уровня акустического сигнала, принятого антенной ГБО. При этом расстояния между этими полосами в соответствии с моделью Ли [3] оказываются пропорциональными длине исследуемых ВВ, а их пространственная конфигурация соответствует пространственной конфигурации этих же волн на пикноклине.

В случае использования в качестве рассеивающей звуковой поверхности поверхности моря антенна гидролокатора должна быть заглублена ниже пикноклина, а ее характеристика направленности должна быть сориентирована в сторону поверхности моря. При этом очевидно, что такие исследования могут быть проведены лишь в случае, если на поверхности моря присутствует ветровая рябь, обеспечивающая обратное рассеяние сигналов гидролокатора.

Следует отметить, что относительно малая фазовая скорость распространения внутренних волн, на порядок меньшая скорости движения судна при съемке дна ГБО, позволяет получать с помощью используемых гидролокаторов практически «мгновенные» снимки ВВ на значительной площади. Причем, во втором случае результаты могут быть получены вне зависимости от типа поверхности дна и без ограничения на глубину в районе исследований.

В качестве примера визуализации волновых возмущений в толще воды приведем отдельные фрагменты записей ГБО, сориентированного на измерение ВВ [4]. На рис.1 представлен фрагмент записи ГБО, полученный по обращенной схеме (ориентация антенн в сторону поверхности моря) на акватории Черного моря вблизи г. Геленджик. При получении изображения на рис. 1 подводный носитель антенн буксировался на глубине 50 м, при заглублении скачка плотности на 30 м. Глубина моря в районе съемки составляла около 1000 м. На рисунке по обе стороны буксируемого ГБО видны четкие периодические структуры внутренних волн с периодом в горизонтальной плоскости 25-30 м. (В принципе по степени яркости можно оценить амплитуды волн).

Характерный пример визуализации гидродинамического возмущения приведен на рисунке 2. Здесь подводный носитель буксируется на глубине 30 метров, что соответствует его заглублению под пикноклин на 10 м. На этой записи внутренние волны выражены менее четко, однако четко зарегистрирован кильватерный след, проходящего вблизи рыболовного траулера.

Следует отметить, что определенным недостатком рассмотренного метода является зависимость результатов от геометрии съемки, которая определяет четкость фиксации внутренних волн на гидролокационном изображении. В связи с этим представляет интерес рассмотреть в будущем модификации метода, в котором антенна гидролокатора фиксирует не только зависимость уровня сигнала на входе антенны от времени, но и направление прихода акустического сигнала. Такими функциями обладают хорошо известные интерференционные ГБО и многолучевые эхолоты. Предварительный анализ возможностей такого метода показывает, что такая модификация метода позволила бы не только уменьшить зависимость результатов от конфигурации съемки, но и существенно увеличить его информативность для регистрации гидродинамических возмущений водной среды.

Наряду с внутренними волнами буксируемый ГБО можно использовать как носитель датчиков измерений гидрофизических характеристик морской среды, в частности, датчики температуры и глубины. Причем такие измерители без больших усилий и финансовых затрат могут быть вмонтированы в стабилизировано обтекаемый корпус ГБО с передачей сигналов от них по общему кабель-тросу на борт судна в компьютерный блок. Как указывалось выше, такая информация является важной в плане анализа и исследования придонной структуры гидрофизических полей, и такой расширенный

гидроакустический комплекс можно ввести в практику океанологических исследований в ближайшее время.

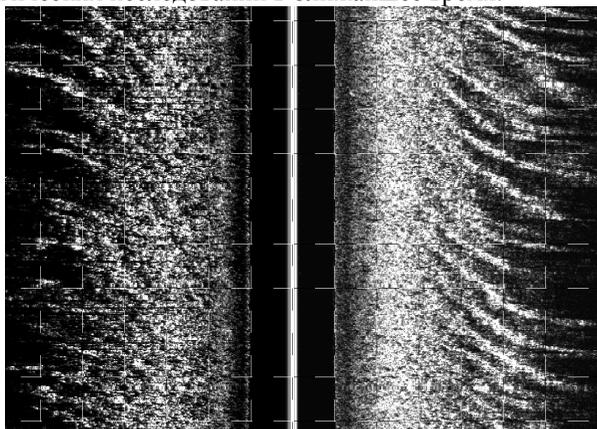


Рис. 1. Гидролокационное изображение поля внутренних волн на фоне поверхности моря в районе свала глубин, полученное с помощью обращенного ГБО «Мезоскан». Шаг сетки графления 50 м.

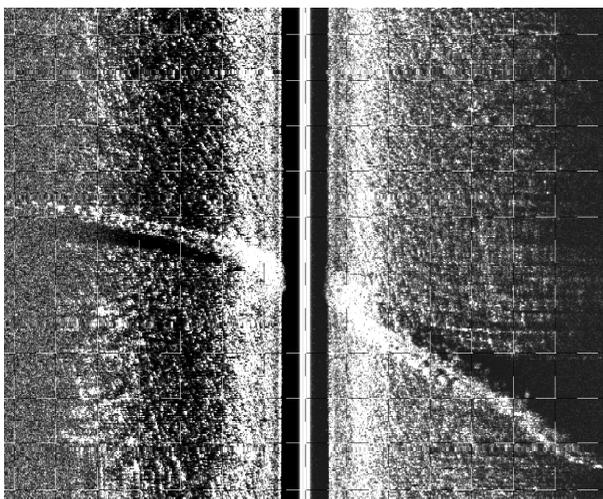


Рис. 2. Гидролокационное изображение внутренних волн и кильватерного следа на фоне поверхности моря, полученное с помощью обращенного ГБО «Мезоскан». Дно ровное, глубина

места 50 м, заглубление антенн ГБО 30 м. Шаг сетки графления
50 м.

Далее, в ближайшей перспективе или параллельно, расширение измерительных возможностей ГБО можно усилить присоединением не только датчиков температуры и глубины, но мини комплексом STD-устройства, что позволит в относительно полном объеме исследовать структуру и природу термохалинных полей придонных слоев на значительных пространствах рельефа морского дна.

Литература

1. Корчагин Н.Н., Монин А.С. О тонкой термохалинной структуре придонных слоев океана // Докл. РАН. 1997. Т. 354. № 1. С. 109-113.
2. Монин А.С., Корчагин Н.Н. Десять открытий в физике океана – Москва. Изд.: Научный Мир. 2008. 172 с..
3. Lee O.S. Effect of an Internal Wave on Sound in the Ocean. JASA, 1961, №33, pp. 677-681.
4. Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А., Никитин Г.А. Использование метода гидролокации бокового обзора для визуализации гидродинамических возмущений. Материалы 10 научно-технической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований», М, 2007, часть 2, сс.8-15.

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Литвиненко С.Л.

*ОАО «НИИ гидросвязи «Штиль»,
400081, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17а,
телефон (8442) 49-98-50, факс (8442) 49-98-53.
E-mail – shtil@shtil.org*

Research and experimental results of development an ultra-short base length (USBL) hydroacoustic positioning system are shown.

В настоящее время существует большая потребность в компактных гидроакустических навигационных системах (ГАНС) для определения местоположения подводных объектов (обитаемых или

телеуправляемых аппаратов, водолазов и т.д.), которые могут быть быстро развернуты на маломерных судах обеспечения. Такие системы имеют пеленгационную антенную решетку (АР) с ультракороткой базой (УКБ) и производят оценку местоположения объекта, оснащенного маяком-ответчиком, на основе угломерных и дальномерных измерений из точки установки АР. Разработки таких систем давно ведутся в России и за рубежом.

Здесь представлены некоторые результаты работ по совершенствованию ГАНС УКБ, выпускаемых ОАО НИИ Гидросвязи «Штиль», целью которых является повышение точности позиционирования подводных объектов. Работы ведутся в следующих направлениях: совершенствование алгоритмов пеленгации, переход к использованию в маяках сложных навигационных сигналов (СНС) с хорошими корреляционными свойствами, а также испытание новых АР. ГАНС должна иметь возможность работы как по простым сигналам старых маяковых систем, сигналам гидроакустической связи, так и по СНС разрабатываемых маяков. Поскольку при этом должна обеспечиваться высокая точность пеленгования, было решено использовать в качестве алгоритма определения направления на источник сигнала один из методов сверхразрешения, а именно: MUSIC (MUltiple SIgnal Classification) – метод многосигнальной классификации [5]. При этом в случае использования СНС, в тракт обработки сигнала вводится согласованная фильтрация [2]. В качестве СНС исследованы сигналы с псевдослучайной фазовой манипуляцией по закону М-последовательности [1], сигналы с частотной манипуляцией по методу Костаса [4], комбинированные ФМ-ЛЧМ сигналы, которые позволяют получить высокое значение ОСШ на входе алгоритма определения направления, высокое временное разрешение и выполнить фильтрацию во временной области для выделения прямого луча. Кроме того был разработан алгоритм коррекции вертикального угла и дальности с учетом искажений траектории акустического луча в вертикальной плоскости по данным о вертикальном распределении скорости звука (ВРСЗ).

Экспериментальные работы велись в три этапа: 1) модельные эксперименты; 2) эксперименты на испытательном бассейне ОАО «Концерн «Океанприбор»»; 3) натурные экспериментальные исследования на Ладожском полигоне Карельского филиала ОАО «Концерн «Океанприбор»».

Анализ экспериментальных данных проводился с использованием разработанного автором в системе MATLAB программного комплекса моделирования и анализа сигналов

пространственной гидроакустической АР, который позволяет проводить моделирование работы системы пеленгования с произвольно заданной АР и анализировать записи сигналов реальных АР.

На этапе модельных экспериментов была протестирована работоспособность алгоритмов, и построены пеленгационные характеристики (одновременно по горизонтальному и вертикальному углам) для различных вариантов АР, и доказана работоспособность разреженной сферической звукопрозрачной АР диаметром 160 мм. В данной АР преобразователи расположены группами по 3 элемента. Каждый преобразователь группы находится в вершине равностороннего треугольника. Расстояния между преобразователями внутри каждой группы соответствуют половине длины волны на максимальной частоте сигнала 30 кГц. Центры групп расположены в 12 вершинах икосаэдра на расстояниях больших половины длины волны сигнала. Таким образом, достигается компромисс между желанием получить пеленгационную характеристику без боковых максимумов и, в то же время, увеличить диаметр АР, используя небольшое количество преобразователей [2].

Для проведения натурных экспериментов был изготовлен программно-аппаратный комплекс пеленгования, который состоит из АР в сборе с предварительными усилителями, блока АЦП, программного обеспечения для записи сигналов АР и их анализа. Для имитации маяка использовался гидроакустический излучатель, блок ЦАП и компьютер с программой воспроизведения требуемых сигналов. По экономическим соображениям была изготовлена лишь полусферическая АР с 24 преобразователями (8 вершин икосаэдра). Конструкция АР позволяет изменять диаметр полусферы от 160 до 200 мм. Модуль АЦП выполнен в виде трех восьмиканальных блоков USB-3000, работающих на частоте 100кГц на канал.

В ходе экспериментов на испытательном бассейне производилась запись сигналов преобразователей при различных углах поворота АР с минимальным шагом $0,1^\circ$ по горизонтальному углу, а также при различных вертикальных углах с минимальным шагом $0,1^\circ$. В качестве навигационного сигнала использовался сложный сигнал с комбинированной ФМ-ЛЧМ несущей, фазовая манипуляция производилась по закону М-последовательности. Центральная частота сигнала составляла 22,5 кГц, база 2^9-1 . По данным статистической обработки экспериментов, заключавшихся в изменении горизонтального угла поворота макета АР, установлено, что значения среднеквадратической ошибки (СКО) определения горизонтального

угла находятся в пределах $0,2 - 0,4^\circ$. Для вертикального угла значения СКО находятся в пределах $0,4 - 0,6^\circ$. Большая величина СКО во втором случае объясняется тем, что макет АР представляет собой полусферу, т.е. апертура АР по горизонтали шире, чем по вертикали. Обнаружена неравномерность в средней ошибке и СКО при анализе данных, полученных с направлений, отличающихся значениями углов больше чем на 30° , что говорит о неточностях в установке преобразователей, приведших к тому, что координаты акустических центров преобразователей АР не совпадают с расчетными. Это говорит о необходимости калибровки АР.

Третий этап экспериментальных исследований проводился в условиях естественного водоема на Ладожском полигоне в конце июля 2011 года. В экспериментах оценивалось направление на гидроакустический излучатель, закрепленный на катере, дрейфующем под действием ветра. Излучатель закреплялся на тросе на различных глубинах. АР была установлена на поворотно-опускном механизме на барже, закрепленной недалеко от берега. Глубина места в районе испытаний составляла около 20 м. Направление на точку закрепления излучателя на катере фиксировалось с помощью теодолита, а дистанция измерялась лазерным дальномером. Измерения проводились в начальной и конечной точках траектории дрейфа катера. Время дрейфа фиксировалось секундомером. Была проведена серия экспериментов, в которых дистанция до катера изменялась в пределах 150-200 м. За время в среднем равное 5 мин направление на катер изменялось на $30^\circ - 35^\circ$. За это время излучалось примерно 75 импульсов СНС одного типа. В экспериментах использовались сигналы с ФМ по закону М-последовательности и ЧМ по методу Костаса. Центральная частота сигнала составляла 22,5 кГц. База сигналов варьировалась от $2^8 - 1$ до $2^{10} - 1$. В данных экспериментах были испытаны два макета АР: первый описан выше, второй представляет собой сферическую звукопрозрачную АР диаметром 70 мм с преобразователями, расположенных в 12 вершинах икосаэдра. Глубина погружения АР варьировалась в диапазоне от 3 до 7 м, а излучателя – от 4 до 12 м. В настоящее время начата обработка экспериментальных данных.

К моменту написания данной статьи обработаны 3 серии экспериментов с использованием АР первого типа, в которых СКО оценки горизонтального угла составили $0,35^\circ$, $0,43^\circ$, $0,56^\circ$ соответственно, что согласуется с данными второго этапа исследований. Ошибку по вертикальному углу установить сложнее, так как необходимо точно вычислить лучевую картину по данным

ВРСЗ. Лучевые картины, построенные по ВРСЗ упрощенным способом [3], показывают значительное искривление траектории луча уже на дальности 100 м, что приводит к возникновению отражений от поверхности и дна, а также показывают хорошее совпадение со значениями вертикального угла, полученными в результате анализа записей сигналов АР. Однако, для установления значений СКО вертикального угла необходимы более точные расчеты лучевых картин, а в дальнейшем, более подробные измерения ВРСЗ.

Экспериментальные исследования, проведенные в испытательном бассейне и естественном водоеме, показали работоспособность выбранных решений, а также возможность высокоточного определения направления на источник сигнала на их основе. На следующем этапе разработки планируется изготовление маяков-ответчиков с СНС и испытание ГАНС в целом.

Литература

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985.
2. Литвиненко С.Л. Метод гидроакустического позиционирования для системы с ультракороткой базой. В сборнике докладов X Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики» ГА – 2010. Санкт-Петербург, 2010.
3. Хортон Дж. У. Основы гидролокации. Пер. с англ. – Л.: СУДПРОМГИЗ, 1961.
4. Levanon, N., Mozeson, E., Radar Signals, Wiley Interscience, 2004.
5. Van Trees, H. Optimum Array Processing: Part IV of Detection, Estimation, and Modulation Theory. Wiley Interscience, New York, 2002.

ПОВЫШЕНИЕ ОПЕРАТИВНОСТИ ПОИСКА ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БУКСИРУЕМОГО МАГНИТОМЕТРА.

Нерсесов Б.А.¹, Афанасьев М.С.², Карабашева Э.И.¹

¹ Учреждение Российской академии наук
Институт океанологии им. П.П. Ширшова,
117997, Москва, Нахимовский пр.36, т. (495) 7190370.

² Институт радиотехники и электроники им. В.А.
Котельникова РАН, г. Москва, ул. Моховая, 11, корп.7,

На протяжении последних десятилетий в качестве эффективных средств подводного поиска широко применялись магнитометрические средства (ММС), буксируемые на кабель-тресе за судном (водоизмещением 1,5 – 3 тысячи тонн).

Выбор данного способа обусловлен необходимостью снижения воздействия значительных магнитных помех судна – буксировщика на датчик магнитного поля (ДМП) счет его удаления на 600-800 метров.

Хотя при этом обеспечивается возможность повышения ширины полосы поиска (за счет использования высокочувствительных ДМП), но значительно усложняется технология, увеличивается длина поискового галса и время обследования акватории вероятного пребывания подводных объектов (ПО), что недопустимо при поиске затонувших (в результате катастрофы) объектов авиационной и судовой техники.

Для повышении оперативности и эффективности поиска ПО, особенно в условиях морского шельфа, а также закрытых водоемов (озер, рек, водохранилищ), целесообразно использовать для буксировки малоразмерные суда (катера, надувные моторные лодки), а также малогабаритные ММС.

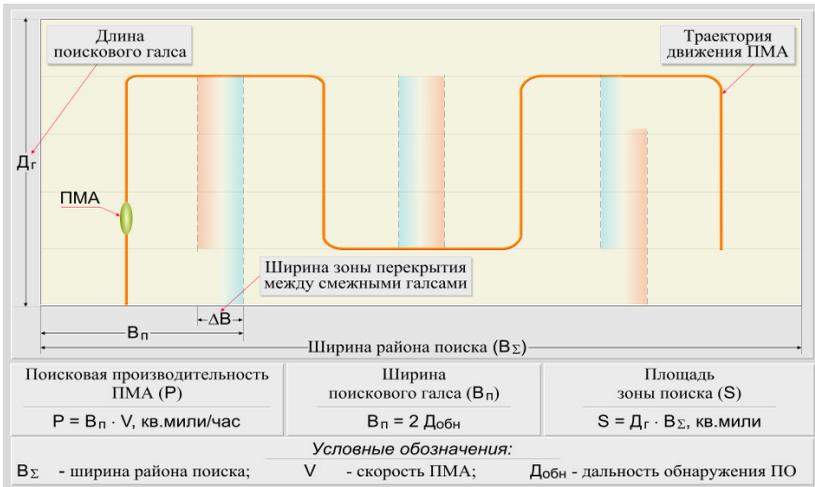


Рис. 1. Тактическая схема использования буксируемой ММС в режиме поиска подводного объекта.

Резкое (до 1000 раз), по сравнению с судами, снижение водоизмещения и магнитных характеристик катера - буксировщика, позволяет значительно уменьшить длину буксировочного троса, а также повысить скорость поиска.

Отметим, что значительное уменьшение длины кабель-троса приведет к упрощению конфигурации режима поиска, снижению длины поискового галса и пространственно-временной графика перехода на смежный галс.

Таким образом, использование малотоннажного буксировщика позволит уменьшить длину троса в 10 раз и повысить скорость буксировки в 2 – 3 раза. При этом время обследования заданной акватории поиска снижается в 20-30 раз.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУКСИРУЕМОГО МАГНИТОМЕТРА И БОРТОВЫХ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Нерсесов Б.А.¹, Афанасьев М.С.²

*¹ Учреждение Российской академии наук
Институт океанологии им. П.П. Ширинова,
117997, Москва, Нахимовский пр.36, т. (495) 7190370.*

*² Институт радиотехники и электроники им. В.А.
Котельникова РАН, г. Москва, ул. Моховая, 11, корп.7,
т. (494) 3653058.*

Первоочередной задачей мониторинга акватории с предполагаемым наличием подводных потенциально опасных объектов (ППОО) является их поиск и идентификация.

К таким объектам относятся затопленные химические боеприпасы, средства аварийной авиационной и корабельной техники, оказавшиеся на дне морей, а также закрытых водоемов (озер, рек, водохранилищ), в результате катастроф.

Как правило, в качестве поисковых средств используются низкочастотные судовые гидролокаторы. Однако они крайне неэффективны при поиске ППОО в условиях естественной (илистый грунт, донная флора, складки рельефа дна) маскировки, а также на малых глубинах (до 20 м) из-за значительных реверберационных шумов.

Поисковые же магнитометры свободны от вышеперечисленных недостатков. Они являются надёжными средствами обнаружения ППО, на эффективность которых не оказывает влияние границы сред «вода-грунт» и «воздух-вода».

В этих условиях получили развитие буксируемые магнитометрические системы (ММС). При этом для эффективного поиска затонувших объектов требуется использование скоростного буксировщика (катера или надувной лодки).

Кроме того, оперативность использования малогабаритных ММС (за счет их доставки на вертолетах и автотранспорте в требуемую акваторию), повышенная производительность поиска (за счет значительного увеличения скорости буксировки), а также существенно меньшие малогабаритные характеристики буксируемых ММС.

Однако поисковые ММС имеют существенный недостаток: в отличие от гидроакустических средств они фиксируют лишь факт обнаружения ПО (в лучшем случае, определяют пеленг на объект).

Поэтому необходимо использование средств не только магнитометрического поиска и пеленгации ПО, но его дообнаружения и идентификации.

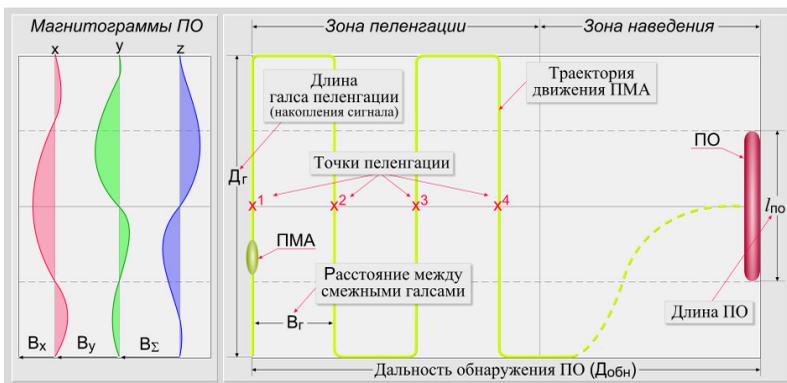


Рис. 1. Тактическая схема комплексного использования буксируемой ММС (в режиме поиска и пеленгации) и ПМА (в режиме дообнаружения, наведения и идентификации).

В Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН в 2003-2006 г.г. разработан и прошел испытания макетный образец подводного микроаппарата «Гном», оснащенный средством ближнего (до 80 м)

обнаружения – малогабаритным гидролокатором, а также средством идентификации ПО - видеокамерой.

Комплексное использование буксируемого ММС повышенной производительности (на этапе поиска, обнаружения и пеленгации подводного объекта) с подводным микроаппаратом, оснащенным средствами допоиска - гидролокатором и идентификации – видеокамерой, является актуальным и качественно новым направлением развития систем мониторинга экологически опасных акваторий.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БУКСИРУЕМОГО ПО ДНУ АКВАТОРИИ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРА ПРИ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Григорьев А.Г.¹, Сергеев А.Ю.¹, Владимиров М.А.²

¹Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ) 199106 С-Петербург В.О. Средний пр. 74. т. 3289001.

Andrey_Grigiryev@vsegei.ru. Alexander. Sergeev@vsegei.ru .

²МЧС России Москва. 109012 г. Москва, Театральный пр., 3 info@mchs.gov.ru

Gamma-ray scintillation spectrometer MKGB-01 consists of underwater towing detector and shipboard analytic device. It was successfully applied for survey of in-situ radiogeochemical conditions in the bottom sediments within the area of radioactive waste dumping sites. As a result, several local ¹³⁷Cs anomalies related to specific objects were detected in bottom sediments.

Используемый в отделе морской геологии и геоэкологии Всероссийского научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ) подводный буксируемый гамма-спектрометр МКГБ-01 состоит из буксируемого по дну датчика и набортного аналитического блока. Полный состав комплекса включает в себя: бронированный буксировочно-соединительный кабель, герметичную, удароустойчивую гильзу с системой огибания препятствий “Угорь”, содержащую сцинтилляционный детектор гамма-излучения на кристалле CsJ (Tl) размером 80×80 мм. Аналитический блок, включающий плату аналого-цифрового преобразования (АЦП), а

также блоки питания и усиления, управляющий ПК, с соответствующим специализированным программным обеспечением ASW. Технические данные анализатора импульсов MD-129: диапазон измеряемых входных сигналов 0-5В; количество каналов 1024; полное время обработки одного измерения не более 4 мкс; полное время передачи спектра (1024 канала) около 2мс. Разрешение детектора не хуже 8-9 % по линии ^{137}Cs 661,7 кэв. Для стабилизации и контроля усиления используется встроенный в гильзу детектора реперный источник ^{113}Sn , позволяющий оперативно менять коэффициент усиления в зависимости от влияющих на него факторов. Спектрометр отградуирован в единицах удельной активности на объемных насыщенных по гамма-излучению государственных стандартных образцах естественных радионуклидов и стандартном образце ^{137}Cs . При этом учитывалось влияние окружающей водной среды согласно методу, предложенному в работе “Градуирование спектрометров для подводной гамма-съемки” (Габитов и др. 1986). Периодичность считывания каждого измеренного спектра может варьироваться в широких пределах от 1 секунды до нескольких часов. Расчетная минимально детектируемая активность при экспозиции 30 секунд составила ^{137}Cs - 4 Бк/кг, ^{226}Ra - 10 Бк/кг, ^{232}Th - 7 Бк/кг, ^{40}K - 90 Бк/кг. Максимальная допустимая глубина погружения гильзы спектрометра при вертикальном зондировании - 600 метров. Рабочая глубина при буксировке со скоростью 3-4 узла, с использованием 600 метрового кабель-троса до двухсот метров. Стандартная экспозиция набора каждого спектра при буксировке гамма-спектрометра, как правило, составляет 30 секунд. То есть, каждый единичный спектр соответствует, в среднем, 50 метрам профиля. Достаточно удачным примером использования подводной гамма-спектрометрии в геоэкологических целях являлось её применение для изучения радиогеохимической ситуации в донных осадках на площадях массового захоронения ППОО (подводных потенциально опасных объектов), представляющих собой свалки контейнеров, содержащих радиоактивные отходы, либо единичные крупные радиационно-опасные объекты. Целью исследований являлось: первое - изучение площадного распределения радиоцезия (^{137}Cs) в донных осадках, в пределах районов массового захоронения ППОО, второе - выявление возможного локального загрязнения донных осадков, связанного с конкретными объектами. Проведённые на четырех площадях захоронения исследования с использованием подводного буксируемого гамма-спектрометра показали, что фоновая активность ^{137}Cs для всей площади исследуемых районов крайне незначительна и

колеблется для разных участков в интервале от значений ниже МДА до 8 Бк/кг при естественной влажности. На этом незначительном фоне по данным подводной гамма-спектрометрии выделено несколько локальных участков с повышенными содержаниями ^{137}Cs в донных осадках.

Так по одному из профилей, проходящему в непосредственной близости от затопленной реакторной сборки ледокола Ленин, выявлена локальная аномалия протяженностью около 50 метров с максимальной активностью 75 Бк/кг при естественной влажности (илл. 24-1 цв. вкладки). Сложной многомодальной аномальной зоной протяженностью около 600 метров с максимальной активностью до 30 Бк/кг отмечается обширная свалка контейнеров рассеянных на значительной площади в заливе Степового (илл. 24-2 цв. вкладки). В третьем случае высококонтрастной до 90 Бк/кг локальной аномалией протяженностью по профилю несколько более 50 метров отмечается компактная свалка контейнеров с твердыми радиоактивными отходами в заливе Абросимова (илл. 24-3 цв. вкладки).

Буксируемый подводный спектрометрический комплекс МКГБ-01 в целом показал себя вполне пригодным для решения поставленных задач. Следует отметить достаточно высокую надежность работы подводного спектрометра в сложных условиях. В частности, за счёт надёжной системы огибания препятствий “Угорь” при буксировке успешно преодолевались скальные выходы, отдельные контейнеры и их компактные скопления. При этом, за счёт ударопрочности всей схемы нарушения в работе прибора за счёт ударных нагрузок практически не отмечалось.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ТРОСА БУКСИРУЕМОГО МАГНИТОМЕТРА

Афанасьев М.С.

*Учреждение Российской академии наук
Институт радиотехники и электроники им. В.А.
Котельникова,
г. Москва, ул. Моховая, 11, корп.7, т. (494) 3653058.*

Традиционно длина кабель – троса буксируемого магнитометра определяется с учетом его чувствительности, а также магнитных

характеристик судна-буксировщика. Так при модуле магнитного момента судна 250 Э х куб. м и чувствительности датчика 0,1 нТ, необходимая длина буксировочного троса составит 630 м.

Отметим, что большая длина кабель-троса значительно усложняет конфигурацию маршрута движения буксируемого магнитометра, что значительно увеличивает время поиска подводного объекта (ПО)

Предлагается более корректный метод определения необходимой удаленности магнитометра от буксировщика с учетом максимальных значений регистрируемой индукции магнитного поля не только от судна-буксировщика (сигнал помехи), но и ПО (полезный сигнал). Причем, как показала практика, для уверенного приема магнитометрического сигнала от объекта обнаружения на фоне помехи от буксировщика, их соотношение должно быть не менее трех.

Если $B_0 = M_0 / \sqrt[3]{L_{нд}}$ и $B_b = M_b / \sqrt[3]{L_m}$, то для уверенного приема отношение полезного и помехового сигналов

$$B_0 / B_b = 3. \quad \text{Или: } M_0 / M_b \sqrt[3]{L_b / L_{нд}} = 3,$$

где: B_0 - значение измеряемой магнитометром индукции магнитного поля подводного объекта;

B_b - значение измеряемой магнитометром индукции магнитного поля буксировщика;

M_0 , M_b - модули магнитного момента ПО и буксировщика;

$L_{нд}$ - наклонная траверзная дальность обнаружения ПО;

L_b - длина буксировочного троса.

Обозначив, $M_0 / M_b = K_m$, а $L_b / L_{нд} = K_l$, получим:
 $K_m \sqrt[3]{K_l} = 3$ или $K_l = \sqrt[3]{3 / K_m}$

Рассмотрим два варианта определения длины буксировочного троса.

Первый – судно-буксировщик осуществляет поиск затопленного судна. При этом: $K_m = 1$, а $L_b = 1,44 L_{нд}$.

Второй – поиск затопленного судна осуществляет катер-буксировщик. При этом: $K_m = 1000$, а $L_b = 1,44 L_{нд} / 10$.

Таким образом, при определении требуемой длины буксировочного троса необходимо обязательно учитывать магнитные характеристики не только средства буксировки магнетометра, но и объекта обнаружения.

В случае буксировки магнитометра катером ($M_b = 0,25 \text{ Э} \times \text{куб.м}$) при поиске затопленного судна ($M_o = 250 \text{ Э} \times \text{куб.м}$) требуемая (для уверенного приема полезного сигнала) длина кабель-троса уменьшится в 10 раз.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ТИПА «ГИБКАЯ СВЯЗЬ + ТВЕРДОЕ ТЕЛО»

Зарецкий А.В.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, ГСП-7, Нахимовский проспект, 36,
тел /факс: 8(499) 129-27-45, e-mail: zaretsky@ocean.ru*

Программа расчета статического равновесия предназначена для определения пространственной конфигурации подводных объектов, содержащих гибкие связи (троса, буйрепы, кабели и т.п.) - подводных тросовых систем (ПТС). Традиционными видами ПТС являются заякоренные буйковые станции, буксируемые системы.

Любую механическую систему можно условно разделить на отдельные составляющие, примерно разделив их на твердое тело и голономизированную гибкую связь в виде цепочки твердых тел с идеальными связями. При таких допущениях эту механическую систему можно рассматривать как систему абсолютно твердых тел с голономными связями. Набор таких механических составляющих представляет собой многомерный объект естественного движения.

Для формализации расчетов ПТС рассматривается как система абсолютно твердых тел с голономными идеальными связями. Гибкая связь при этом аппроксимируется шарнирно-сочлененным многозвонником. Используемый метод расчета основан на определении ориентации каждого тела в отдельности на базе аксиомы освобожденности от связи с учетом граничных условий с последующей компоновкой в исходную конфигурацию по геометрическим уравнениям связи (структурной матрице) при использовании условий неразрывности. На основе этого метода расчета создано соответствующее программное обеспечение. На рис 1. и 2 представлены скрины визуализированных результатов расчетов для тяжелого и легкого тела.

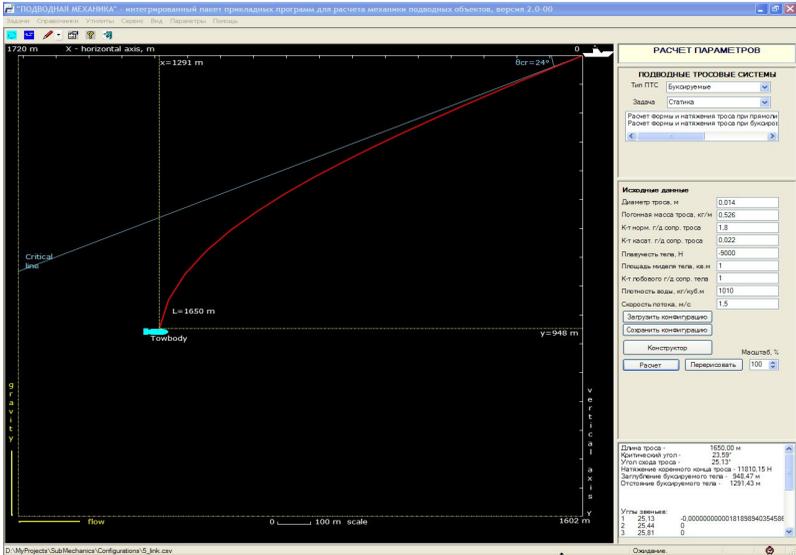


Рис. 1. Буксируемый подводный аппарат.

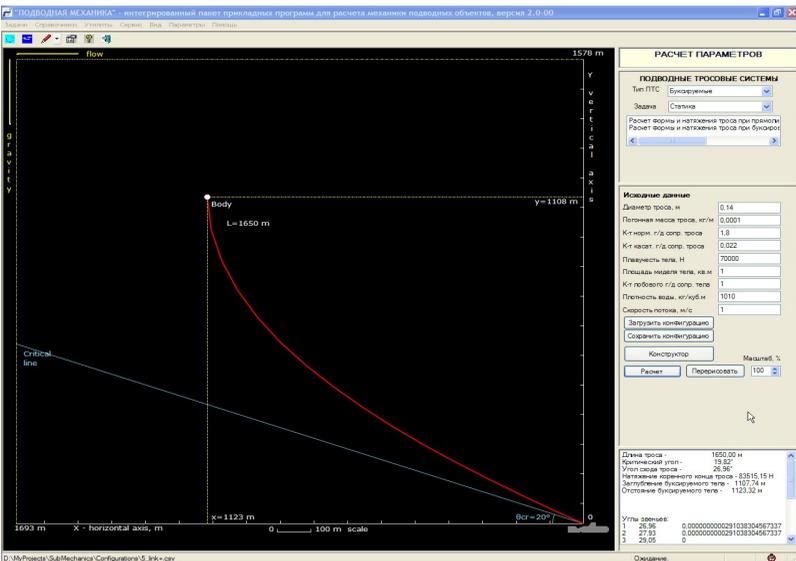


Рис. 2. Буксируемый буй.

Представляемая программа является компонентой разрабатываемого автором в течение многих лет пакета прикладных программ «Подводная механика». Эта компонента позволяет определять форму и натяжение тросовой системы в вертикальной плоскости для двух классов объектов – буксируемых и заякоренных (закрепленных) систем.

С помощью подобной методики с использованием представляемой программы можно рассчитать статическую форму любой незамкнутой ПТС со структурой «дерева», komponуя конфигурацию из отдельных составляющих её участков «гибкая связь + твердое тело», используя встроенный конструктор конфигураций.

Программа адаптирована для использования её на стадии проектирования подводно-технических средств, а также для оперативного планирования подводно-технических работ в процессе их выполнения. Достоверность получаемых расчетов неоднократно проверена в ходе проведения морских испытаний.

КОМПЛЕКСНЫЙ УЧЁТ РИСКОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Углев В.А.

*Центр прикладных исследований СФУ, Красноярский
край, г. Железногорск, Штэфана 8а, каб. 23.,
uglev-v@yandex.ru*

In article was considerer the risks bye the AUV grouping engineering. The organization concept of multi-unit underwater research robotic complex is offered (URRC).

Интенсивное развитие подводной робототехники позволяет говорить о возможности проведения глобальных океанологических исследований. Для комплексного мониторинга состояния вод мирового океана, шельфа и биоразнообразия всё чаще применяют сложные роботизированные подводные комплексы, образующие сеть измерительных устройств. К проектам такого типа можно отнести автономные сети океанографических измерений (АСОИ), такие как OceanNet, LEO-15, СОМООС и прочие. Все они представляют собой робототехнические комплексы, выполненные в форме АСОИ или

лендеров, т.е. территориально жестко привязаны к определённому участку шельфа.

Повышение эффективности исследования океана можно за счёт применения автономных необитаемых подводных аппаратов малых габаритов (микро-НПА), которые свободно перемещаются в воде в соответствии с планом исследования [1]. Но традиционные модели микро-НПА создаются настолько универсальными, что их автономное пребывание на базе АСОИ зачастую не целесообразно, т.к. они имеют высокую стоимость и подвержены высоким рискам потерь. С этим же связано и ограниченное использование малых группировок роботов при исследовании больших площадей океана [2]. На рис. представлена классификация рисков, которым традиционно подвержен активный микро-НПА.

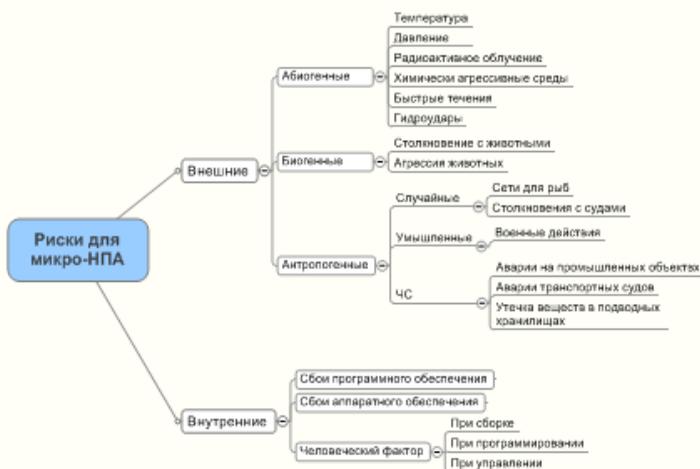


Рис. Классификация рисков

Поэтому, при проектировании подводных исследовательских робототехнических комплексов (ПИРК), необходимо учитывать комплексные возможности потери микро-НПА. Рассмотрим несколько примеров:

- Повышенное радиоактивное облучение корпуса робота и его внутренних элементов (наведённая радиационная активность). Например, при обследовании роботами побережья Японии после аварии на АЭС Фукусима-1 на предмет концентрации в воде радионуклидов.

- Выход из строя группировки микро-НПА в следствии гидроудара, произошедшего вследствие подводного землетрясения со смещением тектонических плит. Например, при изучении шельфа в зоне стыков тектонических плит Наска и Южноамериканской плитой.

- Столкновение аппарата с китом или килем авианосца. Например, в зонах миграции и охоты животных [3] или проведения военных операций.

- Захват микро-НПА рыболовными сетями траулеров при изучении биоразнообразия конкретной акватории с развитым рыбным промыслом.

- Получение повреждений обшивки аппарата при обследовании подводных захоронений боеприпасов, агрессивных химических веществ или перевозивших их затонувших судов.

Можно привести ещё много подобных примеров, хотя и этих достаточно, чтобы сделать вывод: при работе в акватории группировки автономных микро-НПА необходимо иметь развитые механизмы группового поведения. Для этого требуется реализовать следующие возможности работы в группировке: типовая система описания окружающего пространства (модель мира), обеспеченная эффективными алгоритмами искусственного интеллекта; единая система навигации и расчёта координат; единая система планирования конфигурации группировки.

Очевидно, что требуется комплексное решение, позволяющее минимизировать риски как в случае автономной работы группировки в акватории, так и при наступлении ситуаций, когда вся группировка должна временно размещаться в подводной стационарной части (станции) ПИРКа. Следовательно, при реализации комплекса требуется наличие не только пассивного оборудования, но активных роботов, осуществляющих обслуживание микро-НПА. Такой «симбиоз» различных по назначению и исполнению робототехнических систем существенно повысит надёжность исследовательского комплекса и его компонентов.

При организации значительной группировки микро-НПА и многофункциональной подводной станции возникает ещё одна проблема – энергетическое обеспечение оборудования. Очевидно, что ресурса традиционных солнечных батарей не хватит для полноценной работы, т.к. они имеют низкое КПД и существенно зависят от погоды. Одним из решений такого подхода могут стать современные наноструктуры на основе НЭМС-элементов.

Повышенные риски потери автономных необитаемых подводных микро-роботов предполагают реализацию комплексных

решений, составляющих надёжные робототехнические комплексы. Проект ПИРК – одна из попыток свести воедино концепцию автономных сетей океанографических измерений и концепцию автономных необитаемых подводных аппаратов. Применение в рамках единой системы методов искусственного интеллекта, современных инженерно-технических решений и материалов существенно расширят возможности автоматизированного исследования океана.

Литература

1. Бочаров Л.Ю. Анализ тенденций развития исследований и разработок в области создания подводных микроаппаратов (<http://www.microsystems.ru/files/publ854.htm>).
2. Загрязнение вод Мирового океана остановит робот-медуза (<http://citygid12.ru/catalog/interesting/Numbers-7-22/interestingarticles-6-26/robots-296-1/index.html>).
3. Акула напала на робота ВР (http://www.webplanet.ru/news/gadgets/2011/06/16/shark_vs_robot.html).

О ПРИМЕНЕНИИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ПОДВОДНОЙ АРХЕОЛОГИИ

Дунчевская С.В.¹, Сычев В.А.², Фазлуллин С.М.²

*¹НПП «Форт-21», 141070, Московская обл.,
г. Королев, ул. Пионерская, д.4,*

тел./факс. 8(495)513-24-63, <http://www.fort21.ru/>

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,

Москва, Нахимовский проспект, 36,

Тел. 8(495)719-00-35, e-mail: gbo@mail.ru

There are considered application problems of the hydroacoustical means in the underwater archeology. The tendency is marked to activity amplification in this area. Some results are considered of the underwater archeological researches received with the use of the hydroacoustical means.

Расширение активности исследований в области подводной археологии, особенно заметное в последние годы, связано с рядом таких факторов, как усиление интереса к результатам таких

исследований, появление современных технических средств и, наконец, переориентация участников рынка от традиционного консюмеризма к более интеллектуальным сферам.

Среди указанных технических средств особое место занимают современные гидроакустические средства, которые позволяют обследовать значительные акватории на предмет наличия на поверхности дна и в толще осадков различных объектов, в том числе археологического происхождения.

Следует отметить, что задачи, решаемые подводными археологами, во многом аналогичны задачам, возникающим при поиске, идентификации, обследовании и мониторинге подводных потенциально опасных объектов, которые приходится решать, в частности, МЧС. Детальный анализ возможностей гидроакустической аппаратуры для решения таких задач дан в работе [1].

В указанном сообщении анализируются возможности не только традиционных средств, таких как эхолоты, гидролокаторы бокового обзора, акустические профилографы и батиметрические гидролокаторы (многолучевые, фазовые и интерферометрические), но и перспективных ГС, находящихся на стадии разработки (ГС с широкополосными, параметрическими и синтезированными антеннами).

Сдерживающим фактором для применения указанных ГС в области подводной археологии является, прежде всего, их чрезвычайно высокая стоимость и необходимость привлечения высококвалифицированных специалистов.

В связи с этим особый интерес представляет поиск подходов, которые позволили бы обойти указанные проблемы. При этом следует учитывать, что, как правило, подводные археологические исследования выполняются волонтерами с привлечением ограниченных средств, получаемых из грантов и от немногочисленных спонсоров.

Один из таких подходов связан с тем, что результаты, полученные при проведении подводных археологических исследований, представляют обычно большой общественный интерес. Кроме того, районы нахождения археологических объектов часто представляют собой уникальный полигон для отработки методов поиска, идентификации и обследования объектов различного происхождения.

Указанные обстоятельства позволяют надеяться на привлечение к таким работам, как производителей традиционной гидроакустической аппаратуры (в расчете на рекламу их продукции),

так и разработчиков новых перспективных ГС. В последнем случае для проведения археологических исследований могут быть использованы опытные образцы перспективных ГС, для создания которых в ряде случаев необходимо минимальное финансирование, например, за счет спонсоров, заинтересованных в получении уникальных результатов.

Следует отметить, что вопреки распространенному мнению местоположение районов, где перспективным является проведение подводных археологических исследований, не обязательно связано с прибрежной полосой различных морей. Так, только на территории России известно множество мест, где такие районы ассоциируются с пресноводными бассейнами и руслами рек. Некоторые из таких районов можно найти по ссылке [2].

Рассмотренные выше соображения были использованы в АНО «ИЦ «Морские технологии»» для реализации подхода, который позволил провести ряд археологических исследований. Так, при поддержке НПП «Форт-21» летом этого года были выполнены подводные археологические исследования на р. Оке в районе с. Деденево (где находилась верфь, на которой был построен первый российский фрегат «Орел»), а также в районе г. Анапа (на месте одного из древнегреческих поселений). При этом гидролокатор бокового обзора «SportScan» [3], предоставленный на спонсорских началах НПП «Форт-21», позволил выявить на поверхности дна ряд объектов, представляющих интерес для подводных археологов.

Определенный успех в реализации указанного подхода позволил приступить к подготовке и планированию подводных археологических исследований в районе городища Сарай-Бату [4], столицы Золотой Орды в период ее расцвета, а также в районе городища Итиль, предполагаемой столицы Хазарского Каганата [5].

Литература

1. Сычев В.А., Римский-Корсаков Н.А. Перспективные направления разработки и применения гидроакустических средств для поиска, идентификации, обследования и мониторинга ППОО. Сб. «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций». Москва. 2010. с 188-202.
2. <http://maps.google.ru/maps/ms?ie=UTF8&t=p&source=embed&oe=UTF8&msa=0&msid=100662484394320747084.00045e6809b5646a816d3>
3. <http://www.fort21.ru/cont/content.php?id=774>
4. <http://www.s-ptitsa.ru/excursions6.php>
5. <http://vetert.ru/sights/45-samosdelka.php>.

**МОДИФИКАЦИЯ ЛЕНДЕРА ИО РАН ДЛЯ РАБОТЫ С
ГЛУБОКОВОДНЫМИ ОБИТАЕМЫМИ АППАРАТАМИ "МИР"
(ОПЫТ РАБОТ НА оз. БАЙКАЛ)**

**Егоров А.В., Лискин В.А., Рожков А.Н., Лежнин В.А.,
Сагалевич А.М., Черняев Е.С., Римский-Корсаков Н.А.**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН 117997,
Москва, Нахимовский проспект д.36, тел: (499) 1245996,
факс: (499) 1245983, E-mail: avegorov@ocean.ru*

The modified Lander of RAS was operated to a depth of about 1500 m. The unique data on the geochemistry and hydrophysics of the bottom layer Baikal was obtained. The resulting experience suggests that further improvement of the Lender - reducing its size and weight would allow for similar work in normal mode, including with other underwater vehicles.

Лендер ИО РАН (илл. 29-1 цв. вкладки) предназначен для исследования массообмена через поверхность раздела между литосферой и гидросферой в водоёмах. Он устанавливается на дно водоёма на несколько суток. Основной рабочий элемент – ёмкость в виде перевернутого стакана (бокс). Вода в боксе установленном на дне находится в непрерывном контакте со дном, в то время как массообмен с другими частями гидросферы исключён. При различии концентраций растворённых веществ в боксе и осадке возникает диффузионный перенос в ту или другую сторону. Изменяя изменение концентраций веществ в боксе, можно определить величину потока того или иного вещества из гидросферы в осадок или наоборот. Жидкость в боксе перемешивается мешалкой для моделирования естественной турбулентности в водоёмах. Концентрация в боксе наиболее важного вещества в водоёмах, кислорода, непрерывно измеряется датчиком кислородом, вмонтированным в бокс. Концентрация записывается аналого-цифровым устройством RSM-9 для хранения и последующего анализа. Устройство RSM-9 также обеспечивает непрерывное измерение температуры окружающей воды, а также скорость и направления течения. Для измерения изменений концентраций других веществ используются кассеты пробоотборников по 5 пластиковых шприцев объёмом 150 мл. В соответствии с командами контроллера и при помощи системы управления пробоотборники отбирают пробы воды из бокса через заранее заданные промежутки времени для

последующего анализа в лаборатории. Кроме описанного рабочего бокса (РБ) лендер содержит контрольный (или фоновый) бокс, который вместе со всей инфраструктурой (датчики, мешалки и пробоотборники) полностью идентичен рабочему боксу за исключением того, что контрольный бокс полностью изолирован от дна и гидросферы. Контрольный бокс служит для изучения процессов превращений вещества в гидросфере, которые протекают без участия влияния дна. Данные контрольного бокса позволяют получить поправку к данным рабочего бокса, которая учитывает эффекты, происходящие в гидросфере.

На илл. 29-1 (цв. вкладка) обозначено: 1 – рабочий бокс (РБ), 2 – контрольный или фоновый бокс (ФБ), 3 – бокс для разбавления гидрохинона, 4 – крышки боксов, 5 – электромагниты мешалок, 6 – RSM-9, 7 – контроллер, 8 – блок пробоотборника, 9 – шприц пробоотборника, 10 – распределительный вал пробоотборника, 11 – электродвигатель распределительного вала, 12 – спусковое устройство, 13 – леска для поддержания крышки бокса в открытом состоянии. На фото кислородные датчики скрыты другими деталями.

Лендер также содержит ряд второстепенных по значимости элементов, таких, как, например, третий бокс, «гидрохиноновый», для изучения растворения модельных материалов (гидрохинон) в искусственной турбулентной среде внутри бокса, что целесообразно для воспроизведения реальной гидродинамической ситуации. Для этой же цели используется гидрохиноновая кассета, в которой гидрохинон растворяется во внешней среде под действием естественных гидрофизических процессов.

С целью обеспечения возможности глубоководной установки лендера на дно при помощи ГОА «Мир» базовая версия лендера была подвергнута глубокой модернизации. В частности для облегчения донной станции и уменьшения её размеров было решено отказаться от контрольного и «гидрохинонового» боксов вместе с сопутствующей инфраструктурой. В результате создана компактная версия станции, «Лендер-Мир», с некоторым сокращением функциональных возможностей, но обеспечивающая получение всех базовых данных. На илл. 29-2а (цв. вкладка) приведено изображение донной станции «Лендер-Мир» и ГОА «Мир-2» в момент постановки ГОА на палубу после погружения в районе мыса Горевой Утес. Станция установлена на специально оборудованной в пределах «бампера» ГОА платформе и удерживается на ней обоими манипуляторами. В верхней части станции устроена плетеная петля для снятия-постановки ее на грунт. На илл. 29-2б (цв. вкладка) приведено изображение донной станции

«Лендер-Мир» на грунте после ее установки в районе мыса Горевой Утес на глубине 864 метра.

Лендер использовался на Байкале в течение двух сезонов 2009-2010 гг., в течение которых он подвергался модернизации, чтобы, используя все возможности ГОА «Мир», его работа была бы более надежной. В частности многие функции были переведены из автономного в ручной режим. Так с помощью манипулятора "Мир", гидрохиноновая площадка открывалась непосредственно на дне. Закрытие промывочного отверстия, а также срабатывание первого и последнего шприцев-пробоотборников также осуществлялось с помощью манипуляторов. С его помощью производился отбор проб грунта и измерение градиента температур в месте постановки лендера.

Работы в 2009 году дали первый опыт и первые результаты. Так в частности были получены данные о направлениях и скорости течения на полигоне Горевой утес, где высачивание нефти и газа со дна создали уникальные геологические образования - битумно-газогидратные постройки. Отмечен повышенный (на порядок величины) по отношению к фону геотермический градиент. Работы на гидротермальном поле "Фролиха" подтвердили наличие очень высоких потоков тепла через поверхность раздела вода-дно.

К сезону 2010 г. лендер был усовершенствован для работы в паре в ГОА, в результате чего получены уникальные результаты, включающие количественные значения для потоков метана, впервые измеренные прямым методом. Постановки лендера осуществлены на газогидратном поле "Санкт Петербург" "Фролиха". Работам на последнем предшествовала геотермическая съемка с помощью высокоточного датчика температур ТНР фирмы NKE instrumentation (Франция). Полученные данные позволили установить лендер в самой "горячей" точке полигона, где градиент температур в поверхностном слое осадка составил 13град/м. В противовес этому термоградиенты на газогидратном поле "Санкт-Петербург" оказались близки к фоновым значениям для Байкала. Это удивительно, поскольку грязевые вулканы обычно характеризуются повышенными значениями теплового потока. Значения потоков метана из осадка в воду оказались близкими для обоих полигонов с очень высокими значениями порядка 1.4-3 Моль/м². Такого же порядка оказались потоки кислорода в осадок. Но в целом значения потоков на гидротермальном поле оказались выше, чем на газогидратном полигоне. Все это свидетельствует о различии биогеохимических процессов, протекающих в столь контрастных условиях. Возможно, здесь играет роль разница в геотермических градиентах.

Модифицированный лендер ИО РАН оказался работоспособным до глубин порядка полутора километров. С его помощью получены уникальные данные по геохимии и гидрофизики придонного слоя оз. Байкал. Прицельная постановка лендера с помощью ГОА «Мир» представляется важным моментом в проведении исследования локальных подводных экосистем. Полученный опыт работы позволяет считать, что дальнейшее совершенствование лендера с целью уменьшения его габаритов и веса позволит проводить подобные работы в штатном режиме, в том числе и с другими подводными аппаратами.

ГЛАЙДЕР НА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ОКЕАНА

Смирнов А.В., Семенова О. В.

*НУК СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана 105005, Москва, Б-5
Госпитальный пер.10*

Robot – sond on ocean thermal energy

В настоящее время различные типы глайдеров в основном используются для регулярных гидрофизических измерений в верхних слоях океана. Так самая длительная их миссия была выполнена с августа 2003г. по июнь 2004г. в заливе Аляска и включала два этапа протяженностью по пять месяцев каждый. Суммарный пробег составил 5500 км, при этом Seaglider успешно работал и при зимних штормах, поднимаясь на поверхность для передачи информации.

В результате были оценены сезонные изменения течений, которые имели направленность в полярные области зимой, а в сторону экватора летом. Обнаружено резкое уменьшение хлорофиллового свечения и растворенного кислорода осенью и восстановление их весной. При этом не было выявлено признаков ухудшения работы аппаратов, связанных с обрастанием.

Глайдеры являются идеальным средством для измерения турбулентности благодаря их малой скорости движения и минимальным собственной вибрации и шумам. Современные датчики измерения турбулентности пригодны для установки на глайдерах, при этом данные сохраняются в бортовом накопителе, а не транслируются потребителю, как это происходит в буксируемых системах.

Обрастание на глайдерах остается важным фактором, влияющим на конструктивное исполнение и работу датчиков. Аппараты, функционирующие в прибрежных водах, насыщенных микроорганизмами и микроводорослями, подвергаются обрастанию за несколько недель, в то время как глайдеры, выполняющие глубоководные погружения, могут работать без существенного обрастания несколько месяцев.

Наибольший технический интерес представляют высокоэкономичные глайдеры типа Slocum, первая конструкция которого предложена океанографом Генри Стоммелом в 1989 году. Они получают энергию для всплытия-погружения от разности температур на поверхности и на глубине океана. Эта концепция реализована в Slocum Thermal, изображенном на рисунке 1. На этой основе в МГТУ им. Н.Э. Баумана планируется разработка опытной модели.

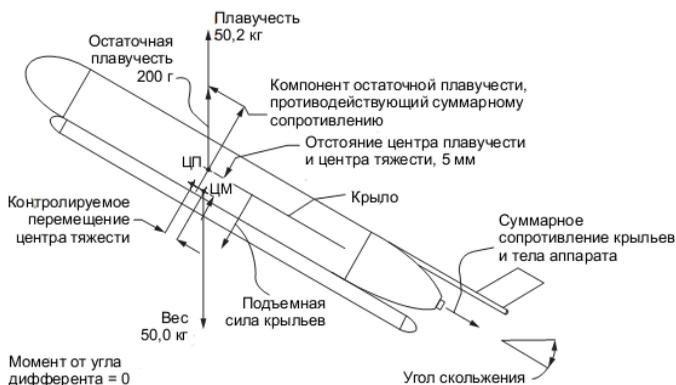


Рис. 1. Вид сбоку на Slocum Thermal с указанием действующих на аппарат сил при скольжении вверх. Труба внизу аппарата — теплообменник для обеспечения термодинамического цикла движения.

При выполнении погружений различными электроприводными глайдерами на перемещение тратится 60 – 85% потребляемой энергии, а термальный глайдер может тратить в 3 – 4 раза меньше энергии, чем электрический. Теоретически, такой глайдер может «путешествовать» тысячи километров во время многолетних автономных плаваний. Эта модель черпает энергию своего движения из разницы температур океанической воды на разной глубине. Поэтому они наиболее эффективны в теплых морях типа Черного моря, а особенно – в тропических районах океана, где разница температур может

составлять около 30 градусов. В холодных районах российской Арктики его применение неперспективно.

Основу конструкции системы погружения составляют две трубы, наполненные воскообразной пастой. Она имеет высокое температурное расширение (до 10%) и фактически работает как поршень. Тепло поверхностной воды разогревает пасту в трубках, она расширяется и сжимает резервуар с воздухом, превращая тепловую энергию в механическую, которая выталкивает масло, находящееся во внешнем резервуаре, во внутренний. При этом изменяется плавучесть аппарата, его центр тяжести смещается, и глайдер погружается в холодные горизонты, где воск застывает, а датчик глубины дает команду на переключение трехходового крана на всплытие. Такой глайдер на тепловой тяге – первый подводный робот, который не использует для движения глайдеров батареи питания или поршневого механизма, выталкивающий балластную воду или масло.

Основными элементами термального глайдера являются:

- проницаемый корпус, в котором находится эластичный внешний пузырь;
- прочный корпус аппарата;
- внутренний носовой и средний пузыри с высокой упругостью, с помощью поочередного наполнения их маслом регулируется дифферент и плавучесть аппарата; носовой пузырь в состоянии покоя сжат;
- масляный аккумулятор и резервуар со сжатым газом (давление 3000 футов на дюйм, около 21 атмосфер);
- два теплообменника, каждый из которых состоит из упругой маслозаполняемой трубки, которая находится внутри воскового тела в прочном корпусе;
- трехходовой клапан, управляемый бортовой ЭВМ;
- обратные клапаны, позволяющие маслу поступать из среднего пузыря в маслозаполняемую трубку, и из маслозаполняемой трубки в масляный аккумулятор;

Движение глайдера начинается с поверхности воды. В этом положении закачанное под давлением масло находится во внешнем и в среднем внутреннем упругом пузыре, а также в масляном аккумуляторе, запертое в них трехходовым клапаном (рис. 2). В этот момент глайдер располагается горизонтально на поверхности воды. С помощью спутниковой антенны, встроенной в руль на хвосте глайдера, по GPS передается собранная научная информация, уточняются координаты аппарата, может быть передано новое задание или программа движения.

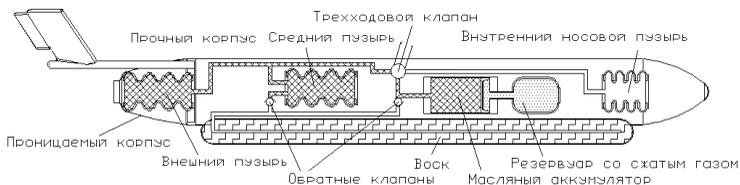


Рис. 2. Начальное положение глайдера на поверхности воды

На поверхности по программе системы управления открывается трехходовой клапан, и находящееся под давлением масло поступает из кормового внешнего пузыря в носовой внутренний пузырь прочного объема. Это приводит, во-первых, к уменьшению объема глайдера при неизменной массе аппарата, во-вторых, за счет расположения внутреннего пузыря смещается центр масс. Аппарат наклоняется носом вперед и начинает опускаться, а крылья преобразуют часть вертикального движения в горизонтальное, таким образом получает плавное движение по наклонной (рис. 3). Также следует отметить, что, так как по мере погружения давление растет, оставшееся во внешнем пузыре масло будет вытеснено в носовой внутренний пузырь практически полностью. По этой причине аппарат наиболее эффективен не в прибрежной зоне, а в открытом море, где можно погружаться до 1,5–2 км на каждом цикле.

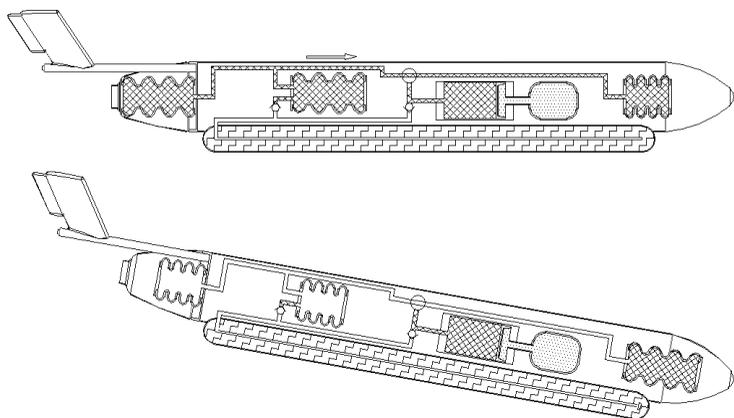


Рис. 3. Начало погружения

По мере погружения глайдера снижается температура окружающей среды. Воскообразная масса в теплообменнике сжимается и тем самым позволяет увеличить объем внутренней

маслозаполняемой трубки. Масло в нее поступает из среднего пузыря (рис. 4). Одновременно с этим в освобождающийся средний пузырь поступает масло из упругого носового внутреннего пузыря (рис. 5).

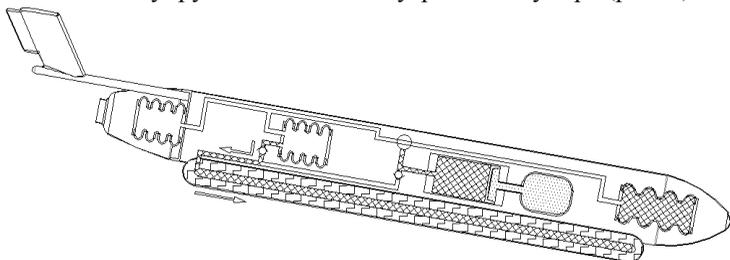


Рис. 4. Наполнение масляной трубки в процессе погружения

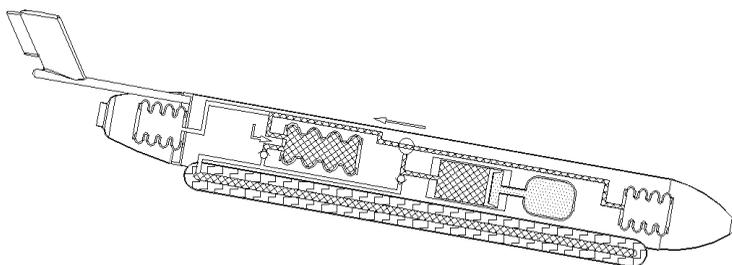


Рис. 5. Наполнение среднего пузыря в процессе погружение

В системе управления аппаратом есть датчик давления / глубины погружения. Как только глайдер погружается на заданную глубину, подается сигнал на всплытие. Для этого трехходовой клапан открывается таким образом, что становится возможным движение масла, находившегося под давлением в аккумуляторе. Это масло наполняет внешний пузырь, аппарат приобретает положительную плавучесть и наклоняется вверх (рис. 6).

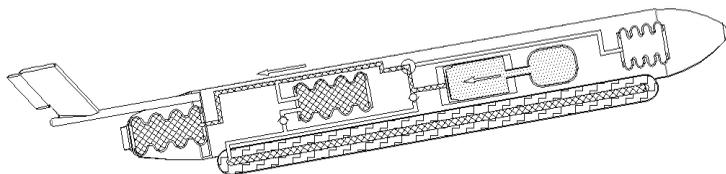


Рис. 6. Начало всплытия

При приближении к поверхности в теплой воде воск плавится и расширяется. Это приводит к тому, что масло из внутренних трубок

теплообменника через обратный клапан поступает в аккумулятор, снова сжимая газ. Это завершает очередной цикл работы глайдера (рис. 7).

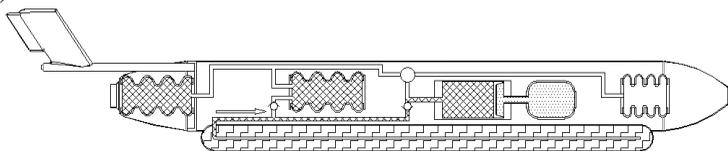


Рис. 7. Всплытие

Для исследования сравнительно мелководных арктических морей России целесообразно применение глайдеров с активной уравнивающей системой, работающей от аккумуляторов. Их подзарядка производится системой, использующей морское волнение, на этапе всплытия глайдера для передачи информации на спутник.

ИЗМЕРЕНИЕ УГЛА НАКЛОНА МОРСКИХ ПРИБОРОВ С ПОМОЩЬЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ

Алексеев С.Ю.

*Морской гидрофизический институт НАН Украины,
д. 2, кл. Капитанская, 99011, г. Севастополь, Украина,
тел. (0692) 540380, oaoimhi@inbox.ru*

The article provides a method for measuring the inclination of hydrophysical devices using differential pressure sensors.

Измерение и учет угла наклона гидрофизических приборов необходим для определения неискаженной картины наблюдаемых гидрофизических процессов.

Для автономных гидрофизических приборов измерение угла наклона осуществляется длительное время. В таких условиях гироскопы, ошибка которых растет от времени, не удовлетворяют требованиям точности. Для измерения угла наклона был предложен измеритель, основанный на дифференциальных датчиках давления.

Предложенный измеритель (рисунок приведен ниже) состоит из трех дифференциальных датчиков давления А, В, С, выходы которых (А1-А2, В1-В2, С1-С2), располагаются на концах трех баз. Базы равны

по длине и располагаются ортогонально. P_x, P_y, P_z – дифференциальное давление измеряемое датчиками А, В, С соответственно. Общее дифференциальное давление по вертикали P вычисляется по формуле

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

Зная общее дифференциальное давление и его составляющие по всем осям всегда можно вычислить угол наклона α

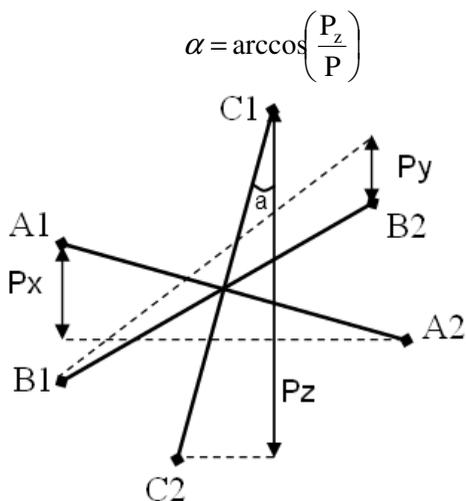


Рисунок – Схема измерителя угла наклона

Преимущества данного измерителя:

- Отсутствие погрешности, растущей от времени
- Возможность измерения плотности жидкости

Недостатки:

• Необходимо корректировать погрешность, вносимую течениями

- Требуется точное исполнение механических узлов

В заключении можно сказать, что предложенный измеритель может быть свободно использован в комплексе с любыми гидрофизическими приборами и навигационными системами для измерения или корректировки измерения угла наклона прибора.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСОВ АВТОНОМНЫХ И ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

**Ткаченко А.О., менеджер проектов ОАО «Тетис Про»;
Кайфаджян А.А. – директор Департамента подводной техники и
оборудования ОАО «Тетис Про»**

*ОАО «Тетис Про», 117042, а/я 73
Тел.: (495)786-98-55, факс: (495)717-38-21,
E-mail: tetis@tetis.ru*

The report focuses on the development of sonar devices in the context of their use in underwater work, underwater search and in the industry, as well as in the underwater unmanned vehicles. Considered and compared with each other novelty and innovation of sonar's market: multibeam systems, imaging sonars, side-scan sonars, bathymetric systems, etc.

Решение государственных задач обеспечения энергетической безопасности и национальных интересов в борьбе за морские ресурсы обусловлено использованием современных подводных технологий, средств и систем. Значительная удаленность от берега, большая рабочая глубина, суровые климатические условия, сложность рельефа дна сильно ограничивают возможность использования водолазов и традиционных видов подводной техники. Для проведения работ в таких условиях наиболее перспективным является применение телеуправляемых (ТНПА) и автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА). Очевидно, что в наступившем веке работа под водой - это функция робототехнических систем. За последнее десятилетие в мировой практике развития передовых подводных технологий произошли значительные положительные сдвиги в области энергетики, микроэлектроники, механотроники, информационных технологий. Современные управляющие системы вышли на качественно новый этап развития, характеризуемый применением новейшей микропроцессорной элементной базы и созданием на ее основе автономных, интеллектуальных, роботизированных систем.

Взросшие технические возможности современных подводных автономных и телеуправляемых аппаратов позволяют производить:

- поисково-обследовательские работы, включая поиск и обследование затонувших объектов, инспекцию подводных сооружений и коммуникаций, трубопроводов, кабелей;
- геологоразведочные работы, включающие фото и видеосъемку, акустическое профилирование и картографирование рельефа дна;
- подледные работы, в том числе прокладка трубопроводов и кабеля, обслуживание систем наблюдения и освещения подводной обстановки;
- океанографические исследования, мониторинг водной среды;
- работы военного назначения, включая противоминную борьбу, противолодочную разведку, поиск аварийной подводной лодки лежащей на грунте, патрулирование и обеспечение безопасности акваторий, имитацию подводных акустических целей.

Гидроакустические приборы давно вошли и прочно закрепились в составе оборудования ТНПА и АНПА. Современные подводные телеуправляемые аппараты, как правило, оснащаются гидролокатором кругового обзора, альтиметром и звуковизором; автономные необитаемые аппараты оснащаются впередсмотрящим гидролокатором, гидролокатором бокового обзора, доплеровским измерителем скорости в комплексе с инерциальной навигационной системой, гидроакустическим модемом и гидроакустической системой навигации с длинной или ультракороткой базой.

Гидроакустические приборы используются для решения следующих задач:

- навигация ТНПА в условиях плохой видимости (звуковизоры и ГКО);
- определение и отображение на борту обеспечивающего судна текущего местоположения аппарата в условиях мелкого и глубокого моря (доплеровский лаг с ИНС, ГАНС, г/а модем);
- безопасное плавание и выполнение поставленных задач вблизи дна и донных препятствий (впередсмотрящий гидролокатор, многолучевые системы);
- управление ходом выполнения поставленных задач с борта судна и получение на борту судна необходимой информации о состоянии систем аппарата (г/а модем);
- высокоскоростной обмен информацией в группировке автономных аппаратов между собой и судном по гидроакустическому каналу связи (г/а модем);
- системы сбора данных (ГБО, многолучевые эхолоты, Профилемеры, ИГБО, ГБО с синтезированной апертурой);

В результате развития технологий удалось создать компактные гидроакустические системы с высокими быстродействием и разрешающей способностью, акустические видеокамеры или звуковизоры. Данные устройства представляют собой миниатюрные многолучевые гидролокаторы, работающие на высокой частоте (от 450 кГц до 1 МГц), скорость обновления изображения составляет до 25 кадров/секунду. Дальность работы данных устройств может составлять десятки метров. Звуковизор Gemini 720i показал способность демонстрировать приемлемое качество акустического изображения на дальности до 120м. Малый вес и габаритные размеры делают его идеальным выбором для установки на АНПА и ТНПА.

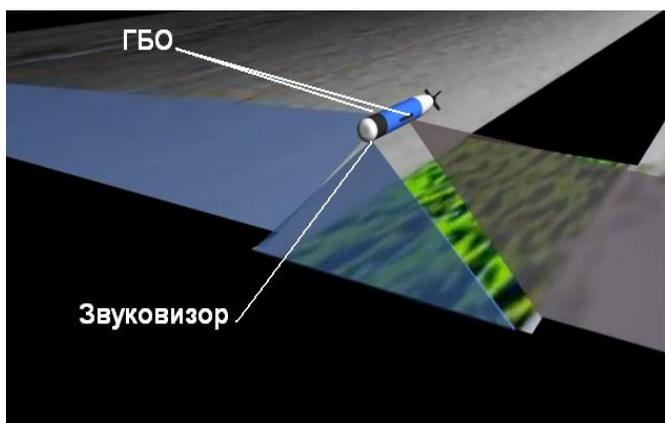


Рис. 1. Использование звуковизора для заполнения слепой зоны при проведении гидролокационной съемки

Развитие подводных заводов для первичной очистки добываемых нефтепродуктов предполагает длительное нахождение автономных и телеуправляемых подводных аппаратов под водой, что подразумевает их стыковку к подводной доковой станции для передачи команд управления, загрузки новой миссии, получения собранных аппаратом данных и подзарядки аккумуляторных батарей. Использование доковых станций требует от средств навигационного

обеспечения высокой точности позиционирования. В режиме автоматического докования используются системы технического зрения. В состав системы технического зрения могут входить разнообразные устройства, обеспечивающие обзор и съемку дна, а также обработку визуальной информации, необходимой для управления аппаратом. Визуальная информация представляется в виде акустических или видеоизображений и при работе в реальном масштабе времени используется системой управления. Развитие автоматизации позволяет создавать системы, делающие процесс управления аппаратом интуитивно простым и доступным, что позволяет пилоту больше сконцентрироваться на выполнении рабочих задач, нежели на управлении аппаратом. Использование систем динамического позиционирования делает управление ТНПА безопаснее, более стабильным и простым. Английская компания SeeBite разработала специальное программное обеспечение SeeTrack Offshore, решающее задачу динамического позиционирования ТНПА. Программное обеспечение SeeTrack Offshore разработано с использованием модульной архитектуры и многоуровневым интерфейсом, который может быть адаптирован к любым уже существующим ТНПА соответствующего размера, дополнив их лишь инерциальной системой с доплеровским лагом. Многоуровневый интерфейс связывает поверхностный блок управления и навигационные датчики, такие как доплеровский измеритель скорости (Teledyne RDI Workhorse Navigator), датчик курса и датчик глубины, альтиметр, а также звуковизор (BlueView). Данные, полученные от этих сенсоров, служат входной информацией для модуля автопилота, который в свою очередь управляет положением ТНПА, как того требует пилот или задание.

Свойства программы SeeTrack CoPilot:

- Режимы работы: автоматический, полуавтоматический, ДП.
- Оптимальное управление в любых условиях, включая подстройку на изменение полезной нагрузки
- Выполнение заранее спланированной миссии. Идеально подходит для проведения гидрографической съемки
- Выполнение автоматического инспектирования, опор, протекторов, райзеров и якорных цепей.

Ниже приведена сравнительная таблица, в которой указаны отклонения от заданного положения при управлении ТНПА пилотом и программой (режим ДП).

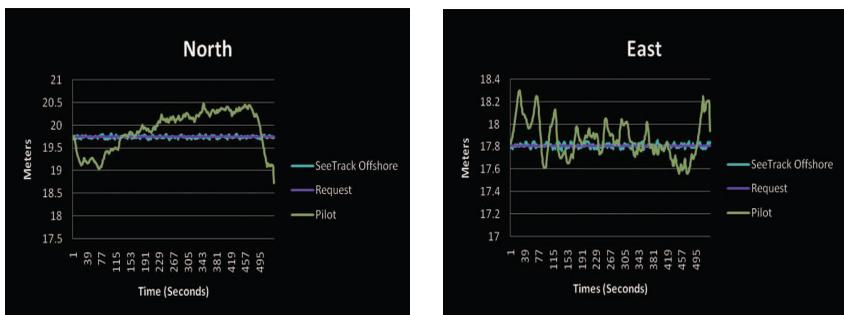


Рис. 2. Графики управления ТНПА пилотом и программой SeeTrack CoPilot

Другой продукт разработанный компанией Seebyte это модуль AutoTracker , который уже прошел успешные испытания на АНПА GAVIA. Модуль позволяет АНПА в автоматическом режиме проводить поиск и осмотр трубопроводов, обеспечивая поддержание постоянной дистанции между АНПА и трубопроводом, используя информацию, получаемую от установленных на борту АНПА звуковизора (фотокамеры) и гидролокатора бокового обзора. В 2006 установлен рекорд, аппарат автономно прошел по трубе 22,2км.

Гидроакустические модемы используются на АНПА для управления ходом выполнения работы с борта судна, получения информации о состоянии систем АНПА и обеспечивают высокоскоростной обмен информацией между АНПА и судном по гидроакустическому каналу связи. Отличные результаты показывают гидроакустические модемы компании EvoLogics. Высокая скорость передачи данных позволяет передавать большие объемы информации. Например, файлов, содержащих фотоизображения или данные получаемые от гидролокатора бокового обзора на большие расстояния, что создает предпосылки для создания подводных информационных сетей. Кроме того, некоторые модели могут одновременно с передачей данных выполнять еще и функции системы позиционирования, предоставляя надежную связь и позиционирование даже в самой сложной гидроакустической обстановке, отслеживая при этом до 255 целей. Точность измерения дистанции до медленно движущегося АНПА 1.5см, быстродвижущегося – 5-10см, 0.5 в зашумленной среде, 0.15 в хорошей акустической обстановке. Основываясь на

восьмилетнем исследовании физики связи дельфинов, EvoLogics разработала и запатентовала технологию передачи данных под водой Sweep Spread Carrier (S2C). Технология S2C, используемая в этих модемах, являет собой настоящий прорыв в подводных коммуникациях и позиционировании, демонстрирует отличную производительность, малое запаздывание, легкость интеграции, высокую точность и надежность, так необходимые для использования на АНПА.

Обращает на себя внимание многолучевой эхолот Sonic2024 американской фирмы R2Sonic, устанавливаемый на АНПА Double Egle МКП в качестве впередсмотрящего гидролокатора. Это первый многолучевой эхолот с изменяемым в процессе работы от 200кГц до 400кГц диапазоном частот. Кроме режима многолучевого эхолота (256 фокусированных $0.5^\circ \times 1^\circ$ лучей), данный гидролокатор имеет опцию - режим снайперов, в котором отображаются амплитуды отраженного сигнала на каждом луче, удаляясь от излучателя лучи взаимно перекрывают друг друга. При последующем суммировании полученных по каждому лучу данных получается изображение аналогичное изображению ГБО. Еще одна опция R2Sonic, это работа в режиме впередсмотрящего эхолотатора, позволяющая различать объекты, находящиеся в толще водяного столба. Кроме вышеперечисленных режимов имеется возможность оперативно изменять полосу обзора в диапазоне от 160° до 10° и электронным способом менять направление обзора в пределах сектора 160° , что позволяет проводить съемку опор причалов и береговой линии, получать профиль каналов и рек.

На АНПА GAVIA для проведения батиметрической съемки устанавливается ИГБО SwathPlus. Малые габариты и широкая полоса охвата - главные преимущества интерферометрических ГБО по сравнению с многолучевыми системами. Система очень эффективна на мелководных участках и внутренних водоемах, так как ширина обзора составляет 12 значений глубины, а количество глубин, получаемых за один «пинг», достигает 5-ти тысяч.

Новым словом в развитии гидроакустических приборов для АНПА стала новейшая разработка канадских ученых, так называемый Software Defined Sonar (SDS) или Программно-Определяемый Сонар, в котором все или некоторые функции физического уровня задаются программно. Традиционные конструкции гидроакустических приборов ограничивают их многофункциональное использование, изменение их параметров зачастую требует физического вмешательства в конструкцию. Технология SDS обеспечивает эффективное и

сравнительно недорогое решение этой проблемы, позволяя использование гидроакустического прибора в разных режимах, в широкой полосе частот от 1 кГц до 1.25 МГц, делая его многофункциональным прибором. SDS является высокопроизводительной, с динамически изменяемой частотой акустической приемопередающей антенной, которая может иметь от 16 до 2048 высокоскоростных (до 20 МГц) каналов с 24 битным аналогово-цифровым преобразованием. Программно-центрический дизайн объединяет гибкость программируемых цифровых сигнальных процессоров (DSP) с реконфигурируемой логикой программируемых интегральных схем ПЛИС (FPGA). Использование данной технологии позволяет наделять уже существующие гидроакустические системы новыми свойствами и возможностями, не меняя при этом существенно их аппаратной части. Военное применение АНПА подразумевает их использование для решения задачи поиска и обнаружения мин, лежащих на дне, и мин, находящихся в толще водяного столба. Для этих целей используются гидролокаторы бокового обзора с синтезированной апертурой. Канадская компания Marport Deep Sea Technologies анонсировала новый, построенный на вышеописанной технологии SDS, интерферометрический сонар с синтезированной апертурой AquaPix. Имея конкурентную по сравнению с существующими аналогами цену, AquaPix устанавливает новый стандарт высокоскоростных изображений высокого разрешения. Сонар с частотой изменяемой в диапазоне от 200 до 400 кГц дает независимое от удаления разрешение 2.5см на 2.5см, по всей полосе обзора, наряду с сопутствующими данными батиметрии. Эффективная полоса охвата составляет 12 значений глубины на мелководье, максимальным значением до 600м. Данная полоса обзора как минимум вдвое больше, чем у известных на данный момент гидролокаторов бокового обзора высокого разрешения. Широкий динамический диапазон и исключительное качество изображения, в интеграции с системой распознавания образов на борту АНПА система AquaPix является идеальным средством противоминной борьбы. Сонар с синтезированной апертурой является сонаром, в котором используется обработка последовательности посылок сигналов сложной формы для формирования изображения высокого разрешения по сравнению с обычными ГБО. Для формирования изображения система выстраивает отражения с точностью менее, чем 0.1 миллиметра. Это стало возможным благодаря одновременному использованию преимуществ широкополосных гидролокаторов и техники адаптивного фокусирования, похожей на ту, что используется в оптике, но в

данном случае реализованной с помощью программных средств. Новейшие сонары с синтезированной апертурой обеспечивают площадь покрытия в несколько квадратных километров в час, предоставляя при этом данные, имеющие сантиметровую точность, что дает возможность получать изображения близкие по качеству к оптическим фотографиям, обеспечивая четкое автоматическое распознавание миноподобных объектов в реальном режиме времени. Кроме того, сонар с синтезированной апертурой может предоставлять высокоточную оценку о скорости АНПА относительно морского дна, что может быть использовано для ограничения дрейфа инерциальной навигационной системы и ее уточнения, обеспечивая высокоточные данные о положении АНПА под водой.

В заключении следует отметить, что развитие современных гидроакустических систем для использования на подводных аппаратах направлено на снижение их массогабаритных характеристик, создание нового программного обеспечения, создание скоростных систем обработки данных с использованием цифровых сигнальных процессоров программируемых логических интегральных схем. Новые технологии обработки сигналов позволяют передавать большие объемы данных на большие расстояния с высокой скоростью, что является предпосылкой для создания подводных информационных сетей, различного назначения. Повышается многофункциональность и универсальность гидроакустических приборов.

ЦИФРОВОЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

**Блинов В.С., Лавров Д.И., Пасютенко С.Н., Рябков В.П., Тандит
А.В., Тандит В.Л.**

ОАО "КОНЦЕРН" ЦНИИ "ЭЛЕКТРОПРИБОР"

Россия, 117036, Москва, улица Шверника, 4.

Тел. (495) 660-58-66 Факс (495) 660-58-66.

E-mail: contact@igas.ru

The description of the device design for recording hydroacoustic signals is given. Waterproof hermetic design of the device includes piezoelectric antenna array and signal preprocessing module. Such a design considerably improves the device characteristics, in comparison with a routine separate design.

Одной из основных задач при разработке приемных трактов для многоканальных гидроакустических систем является обеспечение таких технических характеристик, как высокая чувствительность, защищенность от внешних электромагнитных помех, развязка между приемными каналами, низкий уровень собственных шумов [1].

В настоящем докладе рассматривается многоканальный прибор на 120 приемных каналов с цифровым выходом. Снижение уровня помех на выходе прибора достигается следующими особенностями конструкции:

- размещением антенной решётки в одном конструктиве с аппаратурой предварительной обработки сигналов (АПОС);
- снижением расстояния между блоком преобразователей гидроакустических (ПГА) и входами предварительных усилителей;
- снижением распределённой ёмкости в линиях связи, передающих аналоговые сигналы;
- применением преобразователей и стабилизаторов напряжения питания аппаратуры, расположенных в едином корпусе;
- применением цифровых выходных информационных сигналов.

На рис.1 приведена компоновка прибора. Прибор выполнен в виде сборной конструкции, состоящей из двух основных элементов, - блока ПГА - поз. 6, и аппаратурного гермоконтейнера (АГ) - поз. 3. Блок ПГА содержит комплект стержневых пьезоэлектрических преобразователей, закрепленных на общем плоском основании и герметизированных акустически прозрачной резиной. На тыльной стороне основания блока ПГА установлены 4 гермоввода - поз. 5, к хвостовикам которых припаяны выводы преобразователей. Ответные части гермовводов - поз. 4 - установлены на АГ. К хвостовикам гермовводов АГ подключены входные аналоговые цепи АПОС. В тыльной части АГ установлен выходной гермоввод - поз. 2. Ответная часть выходного гермоввода находится в корпусе герметичного кабельного ввода выходного кабеля - поз. 1.

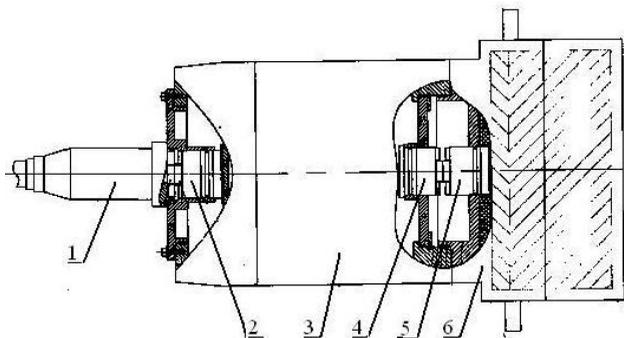


Рис. 1. Конструкция прибора.

В ходе сборки при механическом соединении АГ и блока ПГА происходит их электрическое соединение посредством межблочных соединителей - поз. 4 и поз. 5. Герметизация соединения блока ПГА с гермоконтейнерами обеспечивается резиновыми уплотнительными кольцами, устанавливаемыми в канавки, и устройством контроля герметичности соединения. С целью повышения надежности и улучшения сохраняемости в конструкции аппаратного гермоконтейнера и блока ПГА предусмотрены технологические горловины для заполнения внутреннего объема элегазом. Герметичность корпуса позволяет устанавливать прибор в любом удобном для проведения измерений положении за бортом. Корпус гермоконтейнера и блок ПГА изготовлены из титанового сплава, что обеспечивает высокую коррозионную стойкость в морской воде.

Разъемная конструкция корпуса прибора позволяет оперативно изменять конструкцию блока ПГА, приспособлявая его на необходимый диапазон частот, при этом изменения в аппаратном гермоконтейнере касаются только настроек фильтров или состава микросхем измерительных плат.

На рис. 2 приведен снимок АГ со стороны его стыковки с блоком ПГА на 120 каналов. Для подключения к аналоговым выводам ПГА используются четыре входных соединителя по 66 контактов в каждом.



Рис. 2. АГ на 120 каналов.

В контейнере размещается четыре независимых блока АПОС, каждый из которых обслуживает 30 приемных каналов. Блок АПОС выполнен в виде стальной рамы с крышками, что повышает защищенность аппаратуры от воздействия магнитных полей. Крепление блоков внутри АГ осуществляется через электроизоляционные прокладки для осуществления гальванической развязки корпуса АПОС с корпусом АГ.

Каждый приемный канал содержит в своем составе входные коммутаторы, полосовой фильтр, предварительный усилитель, АЦП, устройство управления режимом работы. Входные коммутаторы позволяют с помощью тестовых сигналов проводить диагностику приемного канала, в том числе: определять параметры ПГА (импеданс на рабочей частоте), проверки АЧХ усилителя, функционирование цифровой части. Предварительный усилитель имеет два дистанционно устанавливаемых коэффициента усиления - "0дБ" и "-24дБ".

Устройство сжатия сигнала преобразует последовательный код на выходе АЦП в последовательный фазоманипулированный код и производит формирование временного кадра сразу 16 каналов. Прибор на 120 каналов благодаря такому уплотнению цифровых данных позволяет передать информацию по 8 витым парам (каждая в индивидуальном экране) многожильного герметизированного кабеля.

Дополнительным преимуществом разработанного прибора является возможность использования индивидуальных блоков АПОС в качестве самостоятельных приборов, обслуживающих антенные решетки с 30-ю каналами.

Для проверки приборов и при штатной работе с ними используется система измерительная аппаратуры ПОС (СИА ПОС),

представленная на рис. 3. Цифровой сигнал с прибора по герметизированному кабелю поступает на устройство сопряжения (УС), а затем через приёмную плату фирмы National Instruments - вводится на шину PCI базового блока персонального компьютера. Электропитание прибора осуществляется лабораторными источниками питания (на рис. 3, внизу). Для подачи тестовых сигналов используется программно-управляемый генератор (на рис. 3, вторая полка).



Рис. 3. Состав СИА ПОС для работы с прибором.

Программное обеспечение написано на пакете LabView совместимым с языком СИ. СИА ПОС является зарегистрированным средством измерения.

Сдвоенный прибор на 240 каналов при управлении и регистрации данных с помощью СИА ПОС прошёл все испытания ОАО «Концерн «Морское подводное оружие «Гидроприбор». Основные характеристики прибора приведены в таблице 1. Конструкция прибора защищена патентом РФ [2].

Таблица 1. Основные характеристики прибора.

Чувствительность приемных каналов	Не менее 50 мВ/Па
Собственный шум приемного канала	Не более 8 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
Разрядность АЦП	16
Развязка каналов	Не менее 60 дБ
Коэффициент передачи усилителя ("0дБ")	200
Неидентичность АЧХ каналов	Не более $\pm 5\%$
Неидентичность ФЧХ каналов	Не более ± 5 градусов
Частота оцифровки	72 кГц
Размеры прибора	430x253x648мм
Вес прибора	96 \pm 2кг
Вес АГ	45 \pm 1кг
Потребляемая мощность	Не более 120 Вт

Литература

1. Knight W.C.; Pridham, R.G.; Kay, S.M. Digital Signal Processing for sonar. Proceedings IEEE, v.69, is.11, 1981, p.1451-1506.
2. Антенный модуль с цифровым выходом.
Патент РФ №2366104. Опубликовано: 27.08.2009 Бюл.№24.

ПРОТОЧНЫЙ ФЛУОРИМЕТР НА СВЕРХЯРКИХ СВЕТОДИОДАХ

Левченко В.А., Гуреев Б.А., Венцкут Ю.И., Копелевич О.В.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН.
Россия 117851, Москва, Нахимовский пр., 36.
Телефон: (095) 129-27-81, факс: (095) 124-59-83,
e-mail: mscoff89@gmail.com*

Measurements conducted with help of Flow-through Fluorometer LED-2 provide scientists with information about spatial changeability of CDOM, phytoplankton and water temperature in real time. Recent measurements conducted during EUROFLEETS cruises on Black Sea showed high variability in spatial distribution considered parameters.

Проточный флуориметр на сверхярких светодиодах LED-2 (LED-2) предназначен для измерения пространственных распределений содержания флуорофоров природного и

антропогенного происхождения в водной толще и изучения временной изменчивости этих распределений. Прибор может быть использован при проведении океанологических и экологических исследований, а также для мониторинга акваторий, подверженных риску антропогенного загрязнения. При выполнении комплексных океанологических исследований с помощью LED-2 могут определяться наиболее интересные районы для подробных исследований характеристик окружающей среды.

LED-2 производит измерение интенсивности излучения флуоресценции морской воды в двух дискретных участках спектра, соответствующих максимумам излучения флуоресценции POB, индуцированной излучением УФ диапазона, и Хл-А - излучением в зеленой области оптического спектра. Измерения интенсивности производятся непрерывно. Данные этих измерений дают информацию о пространственном распределении или временной изменчивости содержания флуорофоров в морской воде. Кроме того, LED-2 обеспечивает непрерывные измерения температуры морской воды в месте её забора, а также снабжен дополнительным модулем GPS, что позволяет автоматически синхронизовать временные измерения исследуемых параметров с положением в пространстве. Также имеется возможность выполнять измерения на пробах, что позволяет получать вертикальные профили исследуемых характеристик.

Внутри LED-2 смонтированы две соединённые между собой титановые кюветы, каждая из которых представляет параллелепипед, имеющий внутреннюю цилиндрическую полость, через которую протекает вода. Прокачка воды через кюветы осуществляется «проточной системой», обеспечивающей расход воды через кюветы не менее 1.5 л/мин. Монтажная схема системы зависит от конкретного судна. Каждая кювета имеет три идентичных кварцевых иллюминатора. Один - для ввода оптического излучения светодиода во внутреннюю полость кюветы, два других - для наблюдения излучения флуоресценции и проходящего излучения на несмещенной длине волны.

В качестве источников излучения в флуориметре LED-2 используются сверхъяркие светодиоды, имеющие следующие характеристики:

- в канале измерения интенсивности флуоресценции POB применен светодиод на кристалле InGaN типа HPL-H77GV1BA, который имеет максимум излучения на длине волны 373 нм; спектральная полуширина 15 нм, мощность излучения 25 мВт при токе 350 мА, рассеиваемая мощность 1,4 Вт. Телесный угол, в котором

распространяется поток излучения, формируется линзой и имеет угол раскрыва 25° ;

- в канале измерения интенсивности флуоресценции Хл-а использован светодиод фирмы Luxeon типа LXHLNM98, имеющий максимум излучения на длине волны 522,5 нм, спектральную полуширину 35 нм. Пространственные характеристики излучения формируются специальной коллимирующей линзовой насадкой, которая обеспечивает угол расходимости излучения $2\theta \frac{1}{2} = 10^\circ$. При токе 350 мА интенсивность оптического излучения на оси составляет около 500 кандел. Полная мощность излучения около 53 мВт.

Для селекции в полном спектре излучения светодиодов необходимой спектральной полосы использованы светофильтры из цветного оптического стекла, установленные непосредственно перед входными иллюминаторами кювет. В канале измерения РОВ установлен светофильтр из стекла УФС-2, в канале измерения Хл-а из стекла СЗС-22 толщиной 3 мм.

Фотоприемные устройства обоих рабочих измерительных каналов сконструированы с использованием малогабаритных фотоэлектронных умножителей ФЭУ-147-1 с торцевым оптическим входом и с гибкими выводами, имеющих полупрозрачный сурьмяно-натриево-калиево-цезиевый фотокатод.

Для формирования требуемой области спектральной чувствительности фотоприемных устройств используются светофильтры из цветного оптического стекла, которые полностью подавляют возбуждающее излучение и формируют, совместно со спектральной характеристикой фотокатода ФЭУ, требуемую область чувствительности фотоприемников. В канале измерения РОВ использована комбинация 2-х светофильтров из стекла ЖЗС-5 толщиной 2,3 мм и СЗС-22 толщиной 3 мм. В канале измерения Хл-а из стекла КС-19 толщиной 3 мм.

Излучение флуоресценции морской воды наблюдается в направлении ортогональном направлению излучения светодиодов. Помимо измерения флуоресценции морской воды, в приборе выполняются измерения интенсивности оптического излучения на исходных длинах волн, прошедшего сквозь кювету, с помощью микросхемы со встроенным фотодиодом типа ОРТ 101 фирмы «Ving Brown». Это позволяет, с одной стороны, контролировать «обрастание» иллюминаторов кювет, а с другой, может давать некоторую оценочную информацию о прозрачности исследуемых вод.

Для регистрации, визуализации и обработки полученных результатов LED-2 имеет в своём составе блок оцифровки. Прибор

подключается к ПК с помощью двух COM-портов. Сбор данных осуществляется с помощью программы PLF-4.

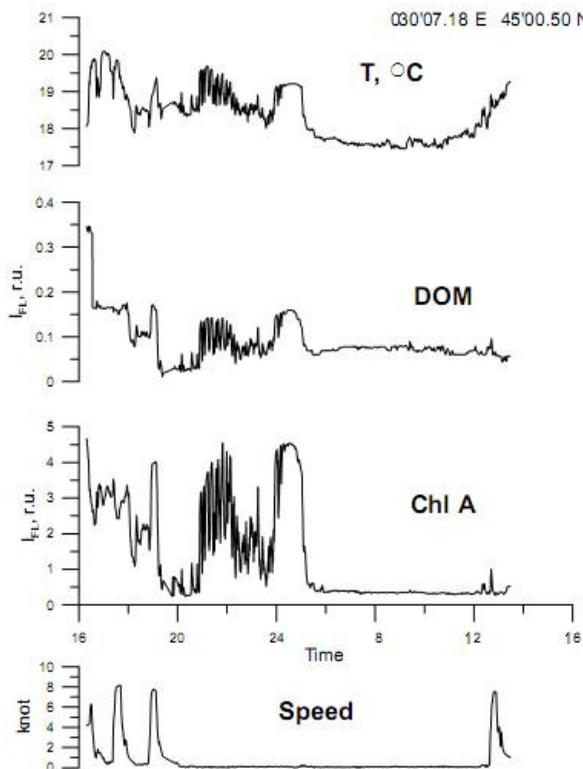


Рис. 1. Изменение интенсивности флуоресценции Хл-А и РОВ, а также поверхностной температуры морской воды в течение ночной якорной стоянки с 1 на 2 июля 2011г.

В 2011 году в период с 30.06 по 22.07 в ходе рейсов EUROFLEETS (проект NATO Science for Peace #982678), а также в ходе отдельного рейса JRC, с помощью LED-2, размещенного в судовых лабораториях судов «Mare Nigrum» и «Академик», были проведены измерения пространственного распределения флуоресценции и температуры морской воды в румынских, болгарских и турецких территориальных водах. Предварительный анализ полученных данных показывает, что в бассейне Чёрного моря наибольшая изменчивость флуоресценции морской воды наблюдается

в территориальных водах Румынии, в приустьевой зоне р. Дунай. Диапазон изменений величин интенсивностей по всему исследованному району достаточно велик, однако, вдали от р. Дунай интенсивность флуоресценции мала, и все изменения происходят плавно. Резких фронтов по флуоресценции в открытых районах зарегистрировано не было.

К наиболее интересным результатам также стоит отнести изменчивость исследуемых характеристик в ходе одной из ночных якорных стоянок судна в ночь с 01.07.2011 на 02.07.2011 (рис. 1). Данная остановка была произведена на колеблющейся границе раздела двух различных по своим характеристикам масс вод, о чем свидетельствует синхронное изменение всех наблюдаемых характеристик.

Испытания прибора были проведены при поддержке проекта НАТО Science for Peace #982678.

Литература

Гуреев Б.А., Гольдин Ю.А., Венцукт Ю.И. Проточный лазерный флуориметр. // Комплексные исследования Мирового океана: Проект «Меридиан» / Ин-т океанологии им. П.П. Ширшова РАН. – М.: Наука, 2008 .

СПОСОБ КАЛИБРОВКИ ТРАКТА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВЫСОКОСОЛЕННЫХ ВОД ПРИ РАЗМЫВЕ ПОДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Лискин В.А., Руссак Ю.С.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН 117997,
Москва, Нахимовский проспект д.36, тел: (499) 1245996,
факс: (499) 1245983, E-mail: liskin@ocean.ru*

Problems and methods of conductivity measurements of high salinity liquids are discussed in spite of underground reservoir erosion

При строительстве подземных газохранилищ путем размыва куполов каменной соли, на поверхность выкачивается насыщенный солевой раствор в основном хлорида натрия с концентрациями солей до 317 г/л. Погрешность компьютерного расчета солености таких

высокосолёных вод (рассолов), напрямую зависит от степени минерализации рассолов добавками различного химического состава.

Уменьшение влияния названных факторов на погрешности расчетов можно достичь выполнением калибровок измерительного тракта электропроводности на образцах высокосолёных вод, отбираемых в конкретных регионах, в которых производится или предстоит размывка резервуаров.

Проведена серия калибровок датчиков электропроводности многоканального измерительного комплекса параметров высокосолёных вод на образцах рассолов, изготовленных из кернов, взятых из солевых отложений различных регионов, где проводился размыв солей при строительстве подземных газохранилищ.

В результате созданы двумерные массивы (матрицы) показаний электропроводности и температуры, связанные с величинами их концентраций. Эти матрицы являются основой для определения коэффициентов полиномов, посредством которых производятся расчеты концентраций рассолов.

Была проведена серия калибровок канала электропроводности на различных рассолах:

- на калибровочных растворах, приготовленных из химически чистого (ГОСТ4233-77) хлорида натрия;
- на калибровочных растворах хлорида натрия, приготовленных из пищевой соли;
- на калибровочных образцах рассола приготовленных из соляного керна Новомосковской площади;
- на калибровочных растворах, приготовленных из соляного керна Россошинской площади.

Полученные калибровочные матрицы используются при компьютерных расчетах концентраций высокосолёных вод, получаемых на соответствующих площадках размыва подземных газохранилищ, по их измеренной электропроводности, температуре и давлению.

Накопленный опыт, разработанные методические подходы расчетов концентраций высокосолёных вод, минерализованных добавками различного химического состава, являются той базой, на основе которой возможно проведение исследований с целью разработки уравнения состояния высокосолёных морских (например, таких как Красноморские) вод.

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОСОЛЕННЫХ ВОД НА ИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ

Лискин В.А., Руссак Ю.С.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН 117997,
Москва, Нахимовский проспект д.36, тел: (499) 1245996,
факс: (499) 1245983, E-mail: liskin@ocean.ru*

The concentration of high salinity water solutions appeared while salt deposits are exploited is measured by conductivity. The concentration influence on the results of this measurements is discussed.

При строительстве подземных газохранилищ способом размыва солевых куполов, применяется метод определения концентраций высокосоленных вод (хлоридно-натриевых растворов с концентрациями до 317 г/л) непосредственно в выкачиваемом на поверхность потоке. Метод базируется на проведении компьютерных, в реальном времени расчетов концентраций по измеренной электропроводности. Получаемые при расчетах величины концентраций оказались сильно зависимы от изменчивости таких, часто встречающихся в процессе размыва добавок как сульфат магния, хлорид калия и др. к основному раствору рассола - хлориду натрия. В этой связи, возникла необходимость проведения исследований влияния минерализации высокосоленных вод, на их электропроводность.

Измерения проводились на пробах растворов хлорида натрия и его смесей с добавками сульфата магния, хлорида калия и некоторых других солей, характерных для рассолов, получаемых при размыве солевых куполов, в диапазоне концентраций 20-317 г/л.

Для проведения исследований был использован лабораторный стенд и применена методика измерений гидрофизических параметров проб растворов, использовавшаяся для калибровки датчиков многоканального измерительного комплекса, предназначенного для измерений электропроводности, температуры и давления высокосоленных вод.

Стенд включает электромагнитную мешалку с нагревательным элементом; стеклянный мерный стакан объемом 1000 мл, в который помещается проба раствора заданного состава и концентрации; измерительный модуль с блоком датчиков; коммуникационные линии;

цифровой блок приёма информации и управления форматами данных; персональный компьютер.

Методика основана на непрерывном (с частотой 10 изм./с) измерении параметров электропроводности, температуры (разрешающая способность по температуре $\Delta t = 0,005^\circ\text{C}$) и давления в процессе нагревания исследуемой пробы раствора в заданном диапазоне температур и компьютерном сборе, накоплении и обработки данных о параметрах рассолов.

Проведено сравнение экспериментально измеренных и рассчитанных по эмпирическим формулам значений удельной электропроводности для всех образцов рассолов с различной минерализацией и величинами солевого состава. Результаты сравнения сведены в таблицы.

Полученные результаты показывают значительную изменчивость показаний электропроводности от количественного и качественного состава химических добавок и, в этой связи, необходимость обязательного учета названных факторов при расчетах солености по измеренной электропроводности высокосоленых вод.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАПИСИ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ БЕЛОМОРСКОЙ БЕЛУХИ (*DELPHINAPTERUS LEUCAS*)

Беликов Р.А., Панова Е.М., Сычев В.А., Белькович В.М.

*Учреждение Российской академии наук Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Нахимовский пр., 36, Москва, Россия, 117997
e-mail: mirounga7@rambler.ru*

Локализация вокализирующих животных является важным компонентом многих поведенческих исследований. Трудность отнесения сигналов к той или иной особи осложняет понимание того, как белухи используют звук для социальных взаимодействий и эхолокации. Для решения данной проблемы мы использовали стационарную неэквилидистантную линейную антенну, состоящую из семи ненаправленных сферических гидрофонов диаметром 50 и 40 мм. Гидрофоны были оснащены предварительными усилителями и имели полосу пропускания свыше 100 кГц с относительно ровной АЧХ до 40-

50 кГц. С регистрирующей аппаратурой, расположенной на берегу, гидрофоны соединялись при помощи кабеля. Береговой комплекс состоял из блоков фантомного питания, микрофонных предусилителей, внешней звуковой карты и ноутбука. Апертура антенны в зависимости от числа задействованных гидрофонов составляла 583 и 885 м. Данные были собраны в июле-августе 2009 г. в репродуктивном скоплении белух у о. Голый Сосновец (Онежский залив, Белое море). Всего за сезон сделано 20 ч 15 мин многоканальных аудио записей. Частота дискретизации составила 192 кГц (11 ч 30 мин) и 48 кГц (8 ч 45 мин). Наблюдатели документировали местоположение белух при помощи видеосъемки и заполнения специальных протоколов. Координаты закоренных гидрофонов определяли с помощью GPS навигатора. Для оценки точности работы системы на протяжении сезона было проведено 7 калибровочных сессий, охватывающих 35 точек излучения тестовых сигналов. Для локализации измеряли временные задержки прихода сигнала на разные приемники. Полученные значения задержек использовали, как входные параметры, для реализации алгоритмов локализации, построенных на основе метода гипербол. Предварительный анализ выявил высокую эффективность использованной нами системы локализации гидроакустических сигналов. Ошибки акустической локализации составляли в среднем 3,19 м. При этом ошибка по оси X составляла в среднем - 1,6 м, а ошибка по оси Y – 2,61 м. Предпринятые попытки локализации коммуникативных и эхолокационных сигналов белух свидетельствовали о перспективности данной методики.

Широкополосная запись выявила большое количество энергии на частотах выше 20 кГц. В большинстве случаев ответственными за это были эхолокационные сигналы, имеющие энергетические максимумы в области 40-50 кГц. Кроме того, значительная часть импульсных коммуникативных сигналов содержала энергию в области ультразвуковых частот. Примечательно, что многие сигналы, в том числе наиболее многочисленные импульсные тона (“блеяния” и “гласные”), имели бимодальную форму частотного спектра. При этом основной пик у этих сигналов приходился на ту же область, что и у эхолокационных импульсов, а именно на 40-50 кГц. Тональные сигналы ультразвуковой частоты были чрезвычайно редки. Изредка регистрировались свисты с частотой основного тона 20-25 кГц. Тем не менее, однажды была зарегистрирована серия тональных сигналов с частотой основного тона 60-70 кГц.

Для улучшения работы системы необходима автоматизация обработки многоканальных данных, а также использование широкополосных приборов, способных охватить весь частотный спектр сигналов белух (т.е. до 180 кГц).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ДИСТАНЦИОННО ПИЛОТИРУЕМЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА МОРСКИМИ МЛЕКОПИТАЮЩИМИ

Беликов Р.А., Белькович В.М.

Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Нахимовский пр., 36, Москва, Россия, 117997
e-mail: mirounga7@rambler.ru

В последнее время значительно возрос интерес к использованию беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в целях изучения морских млекопитающих. Мы протестировали возможность применения низкобюджетных малоразмерных дистанционно управляемых летательных аппаратов (ЛА) – радиоуправляемых авиамodelей, для исследования прибрежных китообразных. Работы проводились в репродуктивном скоплении белух (*Delphinapterus leucas*) у м. Белужий о-ва Соловецкий в Белом море. Использовали две авиамodelи с электродвигателями: 1) специализированный FPV (First Person View) самолет (размах крыльев - 1,67 м) с толкающим винтом и 2) мотопланер (размах крыльев – 2 м) классической схемы. Бортовое оборудование (электроника и видеокамеры) было герметизировано. Отдельные узлы ЛА подвергнуты специальной водозащитной обработке. Запуск ЛА осуществлялся с рук, посадка – на неподготовленную площадку, покрытую травой. Управление производили с помощью пульта дистанционного управления в пределах хорошей видимости модели. Полезная нагрузка включала видеокамеры переднего, бокового и нижнего обзора. Камеры давали видеоизображение высокой четкости (HD формат). Всего в период с 3 по 12 августа совершено 7 тестовых и 30 рабочих полетов общей продолжительностью около 7 часов. Полеты осуществляли при отсутствии осадков и скорости ветра – не более 5 м/с. Практическая дальность полетов составила около 400 м, высота от 10 до 100 м, скорость от 0 до 40 км/ч, продолжительность от 15 до 30 мин.

Недалеко от места запуска находилась страхующая лодка. Обе модели имели хорошие летные характеристики, отличались стабильностью и легкостью управления. При проходе ЛА над белухами на сверхмалых высотах (менее 20 м) животные могли проявлять слабую негативную реакцию. Собранные материалы пригодны для определения численности и возрастно-полового состава групп белух, а также для исследования их поведения. В случае использования ЛА, специализированных на аэрофотосъемке, возможно получение данных для фотоидентификации.

Выполненные полеты позволяют дать следующие рекомендации. Для точного наведения на цель необходимо использование FPV системы. Кроме того, для полетов на большом удалении от базы (далее 600-1000 м) крайне желательно оснащение ЛА приборами телеметрии. Для воздушного наблюдения за белухами в ближней зоне (до 200 м) наилучшим образом подходит малоразмерный многороторный вертолет (мультикоптер). В средней зоне (от 200 до 1000 м) наиболее эффективным является мотопланер, в дальней зоне (более 1000 м) – FPV самолет. При близком расположении белух (не далее 300 м) использование планера более целесообразно, чем самолета. Планер – универсальный ЛА, пригодный как для выполнения маршрутных учетов, так и для воздушного наблюдения за малоподвижными объектами. Полезная нагрузка платформы для исследования морских млекопитающих, должна включать два блока приборов: 1) телекамеру переднего обзора, необходимую для пилотирования ЛА и 2) блок регистрации, состоящий из видеокamеры высокого разрешения, дистанционно управляемого фотоаппарата и телекамеры нижнего обзора, выполняющей роль видеоискателя.

В будущем автоматизация систем управления ЛА приблизит авиамодели к уровню полноценных беспилотных авиационных систем, что сделает их применение для исследования морских млекопитающих крайне перспективным.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОДВОДНОЙ ОБСТАНОВКИ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Каевицер В.И.¹, Розман Б.Я.²

¹ Учреждение Российской академии наук Институт
радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН
141120, г. Фрязино Московской области, пл. Введенского 1
Тел.: 496 565-26-70; E-mail: kvi@sunclass.ire.rssi.ru

² Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский пр-т, 3б
Тел.: 499 129-20-45; Факс: 499 129-20-45;
E-mail: info@gnom-rov.ru

Комплекс представляет собой систему современных гидроакустических средств для освещения подводной обстановки, поверхности дна с высокой пространственной разрешающей способностью, мониторинга подводных коммуникаций, поиска затонувших (в том числе малоразмерных) объектов, трехмерной съемки донного рельефа, устанавливаемых на телеуправляемый подводный аппарат «ГНОМ».

Состав комплекса:

1. Интерферометрический гидролокатор бокового обзора с двумя или четырьмя каналами диапазона 240 кГц или 460 кГц.
2. Гидролокатор секторного обзора.
3. Навигационные эхолоты и система позиционирования подводного аппарата.

Для уточнения структуры аппарата проведены испытания лабораторного макета четырех канального ГБО диапазона 240 кГц по схеме, показанной на рисунке 1. Для имитации подводного аппарата ГНОМ использовался буксируемый аппарат с установленным ГБО с двумя приемо- передающими антеннами. Еще две приемные антенны были установлены на катере, где находился электронный блок формирования и усиления зондирующих ЛЧМ сигналов, 4-х канальный приемник, АЦП и программно -технические средства ввода сигнальной и дополнительной служебной информации в компьютер РС для отображения результатов съемки в реальном времени и архивирования информации для дальнейшей камеральной обработки. Данные экспериментальные исследования были осуществлены в

Черном море в районе г. Новороссийска. Задача этих исследований заключалась в практической проверке разработанных технических и программных решений, получении реальных сигналов для обработки и анализа и возможности на этой основе приступить к изготовлению экспериментальной аппаратуры для установки на аппарат ГНОМ. Несмотря на некоторое отличие проведенных экспериментов от условий, которые будут реализованы на подводном комплексе ГНОМ, основные результаты экспериментов и выводы в полной мере отражают проблемы, которые возникают и могут в дальнейшем возникнуть при создании экспериментального образца (Рис. 1).

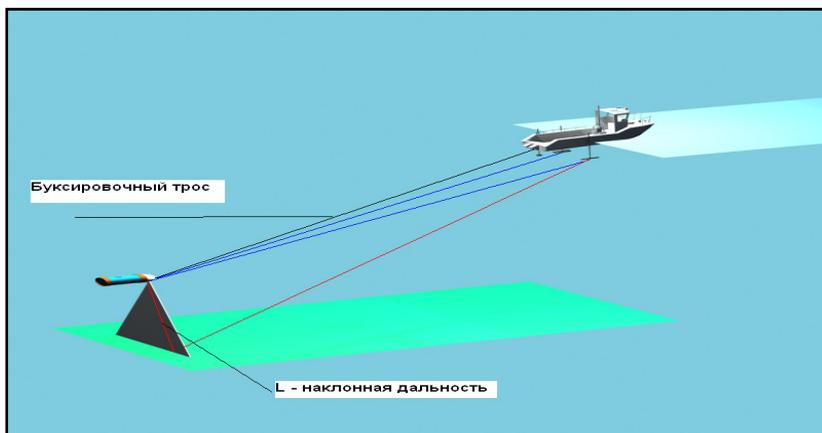


Рис. 1. Схема эксперимента с буксируемым ГБО и дополнительными двумя приемниками на борту катера.

Буксируемый аппарат с двумя антеннами ГБО связан с электронной аппаратурой кабелем тросом с двумя двухпроводными линиями. По этим линиям зондирующие посылки излучаются акустическими антеннами, а эхосигналы принимаются антеннами ГБО и транслируются на катер двумя каналами приемников (0 и 1). На бортах катера установлены две малонаправленные дополнительные антенны для приема сигналов от буксируемого аппарата каналами 2 и 3. Сигналы с четырех приемников преобразуются в цифровую форму и вводятся в базовый РС компьютер для архивирования и оперативной обработки и отображения на экране.

Исходной информацией для построения карт акустических изображений в ГБО являются данные об изменении амплитуды отраженного сигнала в функции наклонной дальности (рис.1).

Регистрируемые ГБО данные являются функциями двух целочисленных параметров: номеров строки (такт передача – прием) и номером элемента в строке (связанного с задержкой τ или горизонтальной дальностью L $\tau = 2L/C$, где C – скорость звука). Эти данные формируются в каналах 0 и 1. И в качестве примера результата съемки ГБО, установленного на буксируемом аппарате, приведено на рисунке 2.

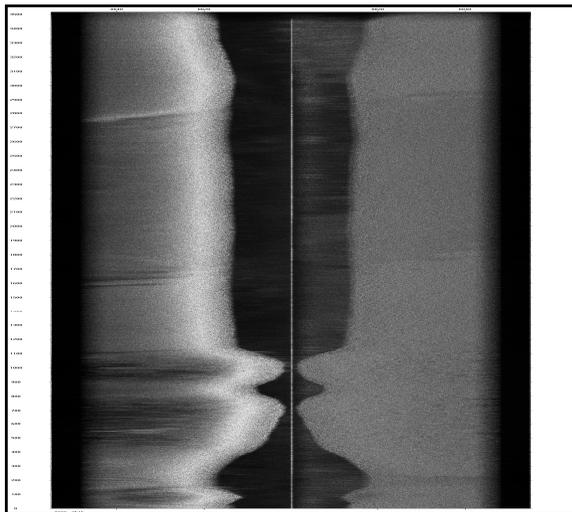


Рис. 2. Фрагмент акустического изображения дна, полученного с помощью ГБО (канал 0 и 1), установленного на буксируемом аппарате. Вертикальная линия в центре соответствует положению (отстоянию) буксируемого аппарата относительно дна. Скорость буксировки 6.5 узлов.

На рисунке 3 приведено акустическое изображение, полученное по данным приема в каналах 2 и 3 антеннами на борту катера. Данное изображение представляет интерес не для картирования дна, а для понимания дополнительных возможностей по использованию экспериментальных данных для координирования подводного аппарата. Обычно для координирования подводного аппарата необходимо устанавливать дополнительную гидроакустическую систему для определения его положения относительно судна. Проведенный эксперимент показывает, что в случае установки на

подводном аппарате ГБО его сигнал может быть использован для определения места подводного аппарата. Проанализируем изображение на рисунке 3.

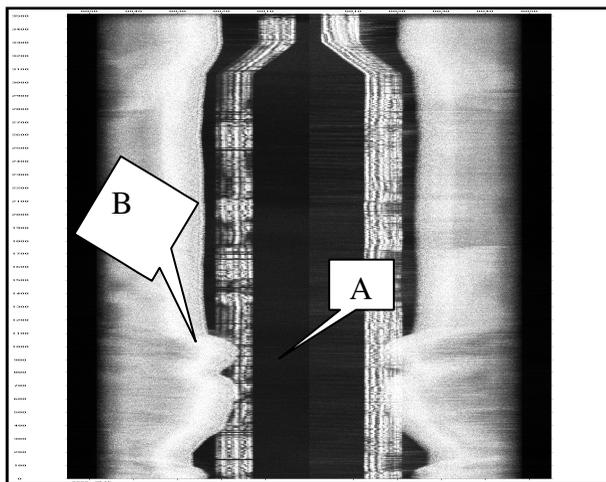


Рис. 3. Акустическое изображение в каналах 2 и 3.

Поскольку приемные антенны этих каналов находятся на борту катера, то они принимают прямой сигнал, излученный с буксируемого ГБО (А и Б), и сигнал рассеянный дном. Мы видим те же изменения рельефа, что и на рис. 2. Поскольку приемные антенны находятся на судне, то и сигнал от дна находится на большей дальности. Разность этих расстояний соответствует заглублению буксируемого аппарата. Полосы А и Б соответствуют приему сигнала, излученного буксируемым ГБО, и соответствуют наклонной дальности от ГБО до приемных антенн на судне. Для практического использования этого экспериментального результата необходимо проанализировать полосы А и Б. Как видно на рисунке 3, полосы А и Б имеют сложную внутреннюю структуру, затрудняющую проведение измерений. Эти дополнительные линии связаны с наличием отраженных сигналов от дна катера и поверхности воды. Разумно считать, что прямой сигнал должен при этом иметь минимальное запаздывание, но этот вопрос требует более тщательного эксперимента и анализа.

Таким образом, первые эксперименты показывают перспективность создания системы координирования подводного аппарата с использованием рассеянного акустического поля ГБО,

которое, по крайней мере, для случая ЛЧМ зондирующих посылок, имеет достаточно высокий энергетический уровень.

Данная работа выполняется по Государственному контракту Минобрнауки РФ № 16.420.1.2.0015 в рамках подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» федеральной целевой программы «Мировой океан»

Литература

1. К. Закер. Компьютерные сети. Модернизация и поиск неисправностей. БХВ-Петербург. 2003 г., 1008 с.
2. FT232H - Hi-Speed Single Channel USB UART/FIFO IC, <http://www.ftdichip.com>
3. Manchester Encoder-decoder for Xilinx CPLs. Application note. Xilinx, 2002, 6 p.
4. Разработка гидроакустической аппаратуры для батиметрических исследований дна с помощью телеуправляемого подводного аппарата, Промежуточный отчет по этапу 1, 2010.
5. Создание гидроакустических технологий трехмерного мониторинга подводной обстановки высокого пространственного разрешения для батиметрических исследований дна окраинных морей России, промежуточный отчет по этапу 3, 2011.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ТПА «ГНОМ» В ЭКСПЕДИЦИИ НА НИС «ДЕНЕБ» В АЗОВСКОМ И ЧЕРНОМ МОРЯХ

Аксенов М.Б.¹, Елкин А.В.², Розман Б.Я.², Шерстов Е.А.²

¹ *Общество с ограниченной ответственностью
«Индэл-Партнер»*

*117997, Москва, Нахимовский пр.-т, 36
Тел.: 499 124-87-09; E-mail: info@gnom-rov.ru*

² *Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский пр.-т, 36
Тел.: 499 129-20-45; Факс: 499 129-20-45
E-mail: brozman@ocean.ru*

This year there were offshore underwater surveys of sunken wrecks in Azov sea and Black sea in shallow water (up to 50m depth). It was used side scan sonar and miniROV SuperGNOM (cable length 150m, max depth 150m) produced by Russian company Indel-Partner LTD. These works have been done from hydrographic vessel «Deneb». There were researched 15 offshore areas, discovered 8 objects, 5 objects are indentified as wrecks . It is described methods and technology of underwater surveys and some snapshots.

1. Краткое описание.

Целью работы являлось поиск и видеообследование подводных объектов и прилегающих участков дна на мелководье с помощью телеуправляемых аппаратов (ТПА) в Российском секторе Азовского и Черного морей. Экспедиция проводилась Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН в рамках госконтракта между МЧС РФ и ИО РАН на НИС «Денеб».

В проведенной работе выполнены следующие поставленные задачи:

- проведены поиск объектов и их визуальные обследования с помощью ТПА «Гном»;
- составлены акты визуального осмотра подводных объектов.

На этапе подготовки к проведению работы проводился анализ сведений о районах вероятного затопления подводных потенциально опасных объектов (ППОО) в Черном и Азовском морях, а также подготовка и настройка аппаратуры.

На этапе экспедиционных работ проводились морские исследования в мелководных районах с борта научно-исследовательского судна «Денеб» на глубинах до 40 м, обследование дна и подводных объектов с помощью ТПА ГНОМ.

2. Методика и технология проведения работ.

В каждом районе вначале производится поиск с использованием геофизической и навигационной аппаратуры (гидролокаторы бокового обзора, акустический профилограф, магнитометры, система спутниковой навигации).

В случае если затопленные объекты находятся в узких заливах (бухтах) или на мелководье, куда судно подойти не может, то их поиск и обследование производится с использованием вспомогательных плавсредств – моторных лодок и катеров.

Для определения гидрологической обстановки в районе поиска ППОО проводятся измерения скорости и направления течений методом STD-зондирования.

Координаты, обнаруженных в ходе съемки объектов, оперативно фиксировались оператором. Для подтверждения факта обнаружения объектов и уточнения координат их места, после окончания основной съемки в районе проводилась дополнительная съемка на галсах пересекающих основной маршрут съемки в местах, где были обнаружены объекты.

В случае отсутствия, по данным геофизической съемки, в районе объектов техногенного происхождения, которые могли бы быть идентифицированы как ППОО.

В случае обнаружения с помощью геофизической аппаратуры в районе объектов техногенного характера, которые могут быть идентифицированы как ППОО, проводился допоиск, обследование и идентификация каждого объекта с помощью ТПА и кабельных привязных видеокамер.

Все заборные работы сопровождаются непрерывным измерением глубин судовым эхолотом, а навигационная привязка обеспечивается дифференциальной системой космической навигации DGPS.

3. Технические средства и силы для проведения работ.

Оборудование для обследования и идентификации ППОО.

Для обследования и идентификации ППОО в соответствии с ТЗ использовалось следующее специальное оборудование:

- научно-исследовательское судно «Денеб» (судовладелец Южное отделение ИО РАН), имеющее разрешения на проведение научных работ в Российском секторе Черного и Азовского морей в 2011г.
- подводный телеуправляемый аппарат «Гном» (илл. 40-1 цв. вкладки).

4. Как проводились осмотры подводных объектов.

Дата: 17 июля 2011 года.

Место: Азовское море.

Погодные условия: Т воздуха – 28 °С; ветер северо-западный, 3 м/с; скорость течения – 1 узел; прозрачность воды в придонном слое – 2 м. По GPS координатам НИС «Денеб» был установлен на якорь в месте предполагаемого нахождения объекта. По данным лоцманских карт в этом месте может находиться затонувшее судно. Погружение ТПА «ГНОМ» производилось в районе кормы НИС «Денеб». На глубине 9,8 м аппарат достиг дна. В 50 м от точки начала обследования обнаружен техногенный объект. Объект, сильно обросший ракушечником, напоминает элемент судна. Просматривается решетка и фрагмент леера. Приблизительный размер

объекта: ширина 1,5 м, длина 3 м, высота над грунтом 1 м. По данным архивов на этом месте находилось затонувшее судно, которое было извлечено из воды. Оставшиеся фрагменты движению судов не мешают (илл. 40-2 цв. вкладки).

Дата: 21 июля 2011 года.

Место: Черное море

Погодные условия: Т воздуха – 29 °С; ветер южный, 3 м/с; скорость течения – 1 узел; прозрачность воды в придонном слое – 7 м.

Описание: по GPS координатам НИС «Денеб» установлен на якорь в месте предполагаемого нахождения объекта. Погружение ТПА «ГНОМ» производилось в районе кормы НИС «Денеб». На глубине 22,5 м аппарат достиг дна. Выход на объект происходит в 30 м от точки погружения. По первым признакам объект является затонувшим судном. В носовой части четко просматривается якорная лебедка и другие механизмы. Обследование продолжается по правому борту в сторону кормы. Судно развалилось на несколько частей. Причиной затопления, вероятно, является бомбовый удар. Отдельные части разбросаны по дну в радиусе 150 м. Куски обшивки оторваны и вывернуты наружу. Сохранился аварийный штурвал. Шторм трап расположен горизонтально, по отношению к поверхности дна, эта часть судна лежит на левом борту. Табличку с названием судна найти не удалось, поверхность корпуса сильно обросла ракушечником. По правому борту в районе миделя имеются пробоины, из чего можно сделать вывод о том, что судно затонуло в период ВОВ. Оружия, боеприпасов и других опасных грузов не обнаружено. Общая площадь обследования составила 160 кв.м (илл. 40-3, 40-4 цв. вкладки).

Дата: 21 июля 2011 года

Место: Черное море

Погодные условия: Т воздуха – 31 °С; ветер южный, 2 м/с; скорость течения – 1 узел; прозрачность воды в придонном слое – 7 м.

Описание: по GPS координатам НИС «Денеб» установлен на якорь в месте предполагаемого нахождения объекта. Погружение ТПА «ГНОМ» производилось в районе кормы НИС «Денеб». На глубине 26,6 м аппарат достиг дна. Выход на объект происходит в 15 м от точки погружения. По первым признакам объект является строительной фермой для установки плавучего крана. Обследование начинается по правой стороне, относительно точки погружения. Конструкция цела, видимых повреждений нет. Причиной затопления, вероятно, явился шторм, следствием чего стало падение фермы со строительной платформы. Поверхность фермы сильно обросла

ракушечником. В прилегающем районе дно чистое (илл. 40-5 цв. вкладки).

Описание: по GPS координатам НИС «Денеб» установлен на якорь в месте предполагаемого нахождения объекта. Погружение ТПА «ГНОМ» производилось в районе кормы НИС «Денеб». На глубине 25,6 м аппарат достиг дна. Объект обнаружен в точке погружения. По первым признакам объект является затонувшим судном, вероятно не самоходной баржей для перевозки жидких грузов. Судно сильно вросло в грунт, из-за чего определить борта не удалось. Причина затопления также не ясна. Хорошо просматриваются отдельные части, расположенные на главной палубе. Это кнехты, магистральные трубопроводы, палубная надстройка, канаты (тросы), воздухозаборные решетки. Поверхность сильно обросла ракушечником. Предположительный размер судна: длина 200 м, ширина 30 м. Оружия, боеприпасов и других опасных грузов не обнаружено. Общая площадь обследования составила 250 кв.м (илл. 40-6, 40-7 цв. вкладки).

Дата: 21 июля 2011 года

Место: Черное море

Погодные условия: Т воздуха – 34 °С; ветер юго-восточный, 3 м/с; скорость течения – 1 узел; прозрачность воды в придонном слое – 7 м.

Описание: по GPS координатам НИС «Денеб» установлен на якорь в месте предполагаемого нахождения объекта. Погружение ТПА «ГНОМ» производилось в районе кормы НИС «Денеб». На глубине 19,2 м аппарат достиг дна. Объект обнаружен в точке погружения. Обследование начинается в районе носовой части объекта, далее по левому борту в сторону кормы. По первым признакам объект является затонувшим судном, вероятно, нефтеналивным танкером. На главной палубе просматриваются заливные горловины и устройства для перекачки нефти. Корпус судна сильно пострадал от коррозии. На поверхности имеются рыболовецкие сети, вероятно, брошенные рыбаками после зацепления за судно. Внутри опасных грузов не наблюдается. Причина затопления не ясна. Поверхность сильно обросла ракушечником. Предположительный размер судна: длина 80 м, ширина 15 м. Дно в районе обследования чистое. Оружия, боеприпасов и других опасных грузов не обнаружено. Общая площадь обследования составила 100 кв.м (илл. 40-8, 40-9 цв. вкладки).

Место: Черное море

Погодные условия: Т воздуха – 33 °С; ветер юго-восточный, 3 м/с; скорость течения – 3 узла; прозрачность воды в придонном слое – 5 м.

Описание: по GPS координатам НИС «Денеб» установлен на якорь в месте предполагаемого нахождения объекта. Погружение ТПА «ГНОМ» производилось в районе кормы НИС «Денеб». На глубине 14 м аппарат достиг дна. Объект обнаружен в точке погружения. Обследование начинается в районе носовой части объекта, далее по левому борту в сторону кормы. По первым признакам объект является затонувшим буксиром. Просматриваются буксирные дуги, буксировочные устройства, кнехты, катушка для буксировочного троса. Судно лежит на правом борту с креном, примерно в 30°, по отношению к поверхности дна. Причина затопления не ясна. Предположительный размер судна: длина 50 м, ширина 7 м. Дно в районе обследования чистое. Оружия, боеприпасов и других опасных грузов не обнаружено. Из-за сильного течения более подробно обследовать судно не удалось. Общая площадь обследования составила 60 кв.м.

Дата: 27 июля 2011 года

Место: Черное море

Погодные условия: Т воздуха – 33 °С; ветер восточный, 4 м/с; скорость течения – 1 узел; прозрачность воды в придонном слое – 6 м.

Описание: по GPS координатам НИС «Денеб» установлен на якорь в месте предполагаемого нахождения объекта. Погружение ТПА «ГНОМ» производилось в районе кормы НИС «Денеб». На глубине 37,2 м аппарат достиг дна. Объект обнаружен в 30 м от точки погружения. Обследование начинается в районе выхода на объект, далее по правой части, относительно точки погружения, вдоль объекта. Объект имеет прямоугольную форму, по первым признакам является затонувшей, не самоходной платформой. Поверхность обросла ракушечником, никаких фрагментов нет. В кормовой, предположительно, имеется надстройка, напоминающая на рубку. Корпус надстройки сильно подвергся коррозии и имеет отверстия, похожие на пробоины от снарядов. Корпус к низу не значительно сужается. Нижняя часть корпуса сильно вросла в грунт, однако удалось рассмотреть амортизирующее устройство, предназначение которого осталось не ясным. В носовой, предположительно, части обнаружены остатки рыболовных сетей. Рядом с корпусом по правому борту лежат тросы. В районе нахождения объекта опасных грузов не наблюдается, дно чистое. Причина затопления не ясна. Предположительный размер платформы: длина 60 м, ширина 20 м.

Оружия, боеприпасов и других опасных грузов не обнаружено. Общая площадь обследования составила 80 кв.м (илл. 40-10, 40-11 цв. вкладки).

5. Заключение.

Проведены поисково-осмотровые подводные работы в Азовском и Черном морях на глубинах до 50м с использованием гидролокатора бокового обзора и мини ТПА ГНОМ, обработаны и проанализированы полученные материалы.

Обследовано 15 районов, идентифицировано 8 объектов, из которых 5 являются затонувшими судами.

Обнаруженные по результатам поиска объекты были обследованы визуально. Подтверждено нахождение 8 объектов, 5 из которых идентифицированы как затонувшие суда.

Боеприпасы и опасные грузы в обследованных ППО не обнаружены.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТПА «ГНОМ» ДЛЯ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ

**Елкин А.В., Мысливец И.В., Розман Б.Я., Шерстов Е.А., Ермаков
Д.А, Ушивцев В.Б.**

*Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский пр-т, 36
Тел.: 499 129-20-45; Факс: 499 129-20-45;
E-mail: brozman@ocean.ru*

Предстоящая в ближайшее время нефтедобыча в российском секторе Северной части Каспийского моря связана с использованием большого количества промышленных технологических объектов, расположенных на дне моря и в толще воды. Эксплуатация данных объектов подразумевает, в том числе, периодическое обследование элементов конструкций на предмет их технического состояния. Эти обследования до сих пор выполнялось водолазами. Появление телеуправляемых подводных аппаратов позволило заменить водолазные работы дистанционным осмотром с поверхности воды

В 2008 году отечественные малогабаритные ТПА ГНОМ впервые были использованы на Каспии. Основная задача, которая

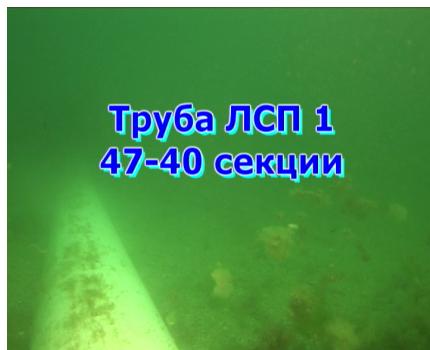
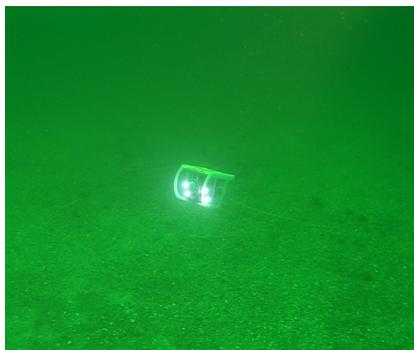
стояла перед комплексом ГНОМ, это сопровождение водолазных работ при проведении мониторинга донных биостанций, установленных в Северном Каспии на лицензионных участках ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» и Каспийской нефтяной компании. Сложность выполнения данной работы заключалась в том, что необходимо было обследовать донные биостанции небольших размеров, установленных на свале глубин от 5 до 30 метров. При этом прозрачность воды в местах установки биостанций колебалась от 1 до 4 метров, а на мелководных участках иногда была меньше метра. Алгоритм обследования состоял в следующем. Судно обеспечения по координатам GPS выходило в точку установки биостанции. В момент прохождения судна над точкой сбрасывался маркировочный буй. Затем судно становилось на якорь с учетом направления ветра и течения. Под воду уходил водолаз, который производил поиск биостанции круговым методом от места нахождения якоря маркировочного буя. Поиск биостанции занимал большое время. Часто приходилось под воду уходить второму и третьему водолазу. После нахождения объекта под воду спускались водолазы-исследователи для проведения научных работ.

В 2010-2011 годах поисковые работы полностью легли на комплекс ГНОМ. После постановки судна на якорь в воду опускался ТПА, который по поверхности доходил до маркировочного буя, затем опускался на дно и производил поиск объекта, ориентируясь по встроенному компасу. В случае неудачи или потери точки нахождения аппарат поднимался на поверхность, ориентировался на маркировочный буй и повторял поиск. Даже при видимости в 60-80 см поиск биостанции не занимал более получаса. После обнаружения ГНОМ начинал детальный осмотр объекта, при этом на поверхности производилась запись видеосигнала на жесткий диск цифрового магнитофона. Водолазы-исследователи по кабелю ТПА опускались непосредственно на точку, маркировали вторым бум биостанцию и начинали проводить исследования. При этом подводный аппарат находился рядом, что позволяло визуально контролировать ход работ и действия водолазов, при необходимости руководитель водолазного спуска корректировал работу водолазов, используя гидроакустическую связь.

В июле 2011 году робот СуперГНОМ-6, усиленный двумя дополнительными движителями и дополнительной камерой, был применен для обследования участка подводного трубопровода, уложенного в мае 2008 года на дне Каспийского моря в районе месторождения им. Ю. Корчагина. Нитка трубопровода уложена на

дно без заглубления. Сам трубопровод выполнен с изоляционным покрытием белого цвета, хорошо различимого на глубине. Весь комплекс ТПА ГНОМ был погружен на мотобот, с которого производился спуск подводного аппарата. Электропитание комплекса производилось от стартерного аккумулятора мотобота. По портативной GPS мотобот вышел в точку и лег в дрейф. Аппарат быстро нашел трубопровод и приступил к его осмотру. Используя режим автоматического удержания глубины, ГНОМ двигался вдоль трубопровода на расстоянии от 0,5 до 1 метра над дном. При этом отчетливо были видны мелкие детали на трубопроводе. В случае необходимости аппарат зависал над участком трубопровода и проводил детальный его осмотр. Оператор ТПА контролировал положение аппарата, получая видеоизображение на компьютерные очки, которыми удобно пользоваться в ярко освещенных местах. Параллельно видеоизображение записывалось на цифровой видеорегистратор и выводилось на небольшой монитор, который может использоваться для визуального контроля состояния трубопровода со стороны инспектирующих служб. За 30 минут работы было обследовано около 200 метров трубопровода.

Результаты работы комплекса ГНОМ на Каспии показали большой потенциал аппаратов. Каспийский филиал Института океанологии РАН планирует в 2011-2012 году продолжить работу с ГНОМами при проведении океанологических и экологических исследований. Планируется дооснастить аппарат поворотным манипулятором-захватом для подъема на поверхность учетных площадок по оценке состояния биоценозов на донных биостанциях. Манипулятор-захват позволит зафиксировать аппарат рядом с биостанцией для отбора проб и работы с подводным техническим оборудованием (термометры, датчики и пр.)



Литература

1. Розман Б.Я. Семейство малогабаритных телеуправляемых подводных аппаратов «ГНОМ» // Подводные технологии и мир океана. - 2005. - №3. - С.46-50.

ТНПА СуперГНОМ ПРО-2 – ПРОДОЛЖЕНИЕ ЛИНИИ МОЩНЫХ МИНИ-РОБОТОВ ГНОМ

**Комолов М.В.¹, Мысливец И.В.², Елкин А.В.², Розман Б.Я.²,
Шерстов Е.А.²**

¹ *Общество с ограниченной ответственностью
«Индэл-Партнер»*

*117997, Москва, Нахимовский пр.-т, 36
Тел.:499 124-87-09; E-mail: info@gnom-rov.ru*

² *Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский пр.-т, 36
Тел.:499 129-20-45; Факс: 499 129-20-45
E-mail: brozman@ocean.ru*

The new powerful miniROV SuperGNOM-PRO-2 is designed and successfully tested in Ladoga lake and Barents sea in 2011. The ROV equipped with 3 powerful thrusters (each thrust 5kg), 2-functions grabber, sector sonar Imagenex, Track link 1500 positioning system and altimeter as well. The ROV can work in 250m depth. It also has 2 lateral thrusters.

2010-2011г. разработана новая модификация ТНПА СуперГНОМ ПРО-2. Система управления и питания, используемая в предыдущих моделях ГНОМов, доработана под линейку мощных движителей фирмы Technadune. Это позволило использовать комбинацию из собственных «гномовских» движителей — недорогих и легких, но не таких мощных, для лагового движения и мощных движителей Technadune для движения вперед-назад и вверх-вниз. Робот изготовлен по заказу концерна "Океанприбор". Летом-осенью 2011 года комплекс успешно прошел испытания на Ладоге и Баренцевом море, отработав в общей сложности более 60ч.

Подводный модуль выполнен на базе несущей рамы с элементами положительной плавучести. Перемещение подводного модуля осуществляется посредством двух мощных маршевых движителей тягой 5-8 кг каждый, а также одного вертикального и двух лаговых движителей (рис. 1: см. илл. 42-1 цв. вкладки).

Аппарат в базовом исполнении оснащен видеокамерой с осветителями, манипулятором типа «схват» с функцией поворота, датчиками глубины и курса, реализован алгоритм удержания по глубине - «автоглубина» и удержания по курсу - «автокурс». Сонар кругового обзора Imagenex 852 используется для поиска целей, он работает в паре с эхолотом, установленным снизу аппарата. Сонар передает по витой паре кабеля-связки (интерфейс RS485) данные наверх и программа рисует на компьютере «картинку» обстановки в радиусе 50м и рассчитывает отстояние от дна по данным эхолота. Также на робот установлен акустический маяк-ответчик системы позиционирования (УКБ) TrackLink 1500. Он имеет внутренний источник питания и может независимо работать до 3-х лет. Также есть возможность использовать его в режиме модема для акустической связи.

Управление подводным модулем осуществляется одним оператором при помощи джойстика. Видеоизображение с камер и данные телеметрии в режиме телетекста выводятся на экран телевизора или монитора компьютера. Информация с гидроакустического оборудования отображается на дополнительном мониторе. Робот может быть оснащен 2-ой видеокамерой с поворотом вправо-влево. В этом случае обеспечивается полукруговой обзор (Рис. 2, 3: см. илл. 42-2, 42-3 цв. вкладки).

Аппарат обладает следующими техническими характеристиками:

- Рабочая глубина - до 250 м
- Скорость:
 - горизонтального движения - до 4 узлов
 - вертикальная - до 1 узла
 - лаговая - до 0.5 узла
- Питание - 220В 50Гц
- Потребляемая мощность - 1200 Вт
- Режим автоматической стабилизации по глубине и курсу
- Вес подводного модуля в воздухе с набором навесного оборудования - 15 кг
- Вес полной системы с кабелем длиной 250 м - 45 кг
- Размеры подводного модуля - 450x300x280 мм

В состав комплекса входят:

Подводный аппарат в составе:

- Двигатели - 1 вертикальный, 2 горизонтальных (тяга 5-8 кгс каждый)
- Защитная полипропиленовая рама с блоком плавучести
- Цветная видеокамера 1/3" SONY CCD, 480 ТВЛин., 0.3 люкс, цифровой 3-х кратный ZOOM
- Сервопривод наклона видеокамеры $\pm 50^\circ$ (угол обзора по вертикали 190°)
- Цифровой компас (функция удержания курса, данные отображаются на мониторе)
- Датчик глубины (функция удержания глубины, данные отображаются на мониторе)
- Осветители: Две линейки из 8 сверхъярких светодиодов белого свечения. Общий световой поток 1560 люмен. Общая мощность 80Вт. Плавная регулировка яркости (100 градаций)

Подводный модуль размещен в герметичном кейсе (вес подводного модуля в кейсе не более 40 кг)

Кроме того на подводный модуль установлено следующее оборудование:

- 2 лаговых двигателя
- Одно или 2-х степенной манипулятор «схват». Усилие сжатия 6 кг.
- Дополнительные осветители с сервоприводом наклона (синхронно с цветной видеокамерой, устанавливается вместо дополнительной видеокамеры)
- Гидролокатор кругового обзора Imagenex 852
- Альтиметр (эхолот) Imagenex 852-A
- Гидроакустическая навигационная система TrackLink 1500 (рис. 4-5).

Надводный блок управления с блоком питания в составе:

1. Устройство управления (джойстик)
2. Устройство вывода видеoinформации (ЖК монитор 15")
3. Соединительные кабели
4. Видеоочки (наголовный персональный видеодисплей)
5. Устройство коррекции видеоизображения LYYN HAWK BOARD (встроено в блок управления).

Блок встроено в герметичный кейс общим весом не более 25 кг.



Рис. 4. Маяк гидроакустической навигационной системы TrackLink.

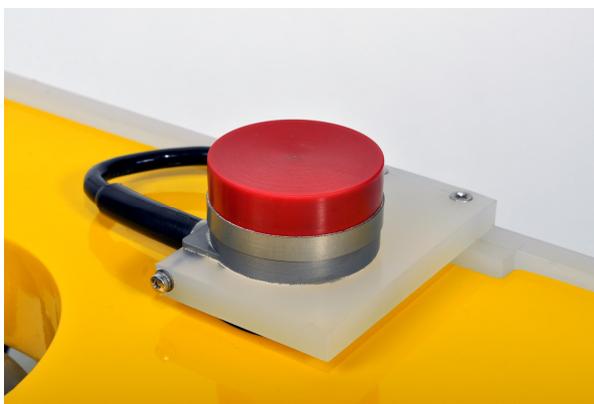


Рис. 5. Сонар Imagenex 852.

Кабель нейтральной плавучести накручен на алюминиевую катушку со скользящим контактом, имеет следующие характеристики:

- Длина 250 м
- Диаметр 12 мм
- Вес в воздухе 20 кг
- Состав: 2 силовые жилы, 3 витых пары

- Усилие на разрыв, не менее 200 кг
- Функциональные повреждения, не менее 50 кг

Вес катушки с кабелем не более 40 кг.

Габаритные размеры катушки, не более 450x450x600 мм

Весь комплект оборудования размещен в 2-х специальных герметичных кейсах.

- Герметичный кейс для размещения подводного модуля и катушки с кабелем.

Габаритные размеры мм: 950 x 690 x 480

Вес 25кг.

- Герметичный кейс для размещения блока управления\питания.

Габаритные размеры мм: 550 x 360 x 230

Вес 10кг.

Система, описанная выше, в дальнейшем может быть дополнена специальной конструкцией (гаражом) для работ на глубинах до 600 м. При этом подводный модуль опускается под воду в гараже со значительной отрицательной плавучестью, чем достигается более точное позиционирование аппарата относительно судна. В гараже, помимо подводного модуля, установлена мини-лебедка с кабелем порядка 150 м (возможна установка подводной видеокамеры). Гараж опускается с судна на кабель-тросе диаметром 15 мм на глубину до 500 м.

Небольшие габариты, мощный движительно-маневровый комплекс и современное техническое оснащение робота позволяет эффективно проводить поисково-осмотровые работы, что ярко проявилось при работе в сложных природных условиях, в т.ч. и на течениях.

СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ВИДЕО ДЛЯ ТПА ГНОМ

Розман Б.Я., Елкин А.В., Мысливец И.В.

*Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский пр-т, 36
Тел.: 499 129-20-45; Факс: 499 129-20-45;
E-mail: brozman@ocean.ru*

Разработана программа управления ГНОМа с компьютера РС и обработки видео. Видеосигнал типа «композит» принимается через адаптер видеозахвата РС, и картинка выводится на экран в отдельном окне. В программе есть фильтры для обработки видеоизображения — контрастность, яркость, цветонасыщенность. На практике эти функции показали достаточную эффективность при работе в условиях плохой видимости. Также программа позволяет проводить видеозапись на жесткий диск.

Для интерфейса с РС на разъем блока управления выведен кабель с сигналами RS232 с платы управления пульта оператора ГНОМа. Кабель подключается к порту COM РС или через переходник к порту USB. Оператор может управлять аппаратом как с клавиатуры и мыши, так и с любого USB джойстика. Программа имитирует стандартный джойстик Logitech, используемый для управления ГНОМом. В отдельном окне на экран выводятся показания датчика глубины и компаса. Эти данные могут быть записаны в файл синхронно с видеокартинкой. С определенным приближением может быть реализован алгоритм автоматического управления движением аппарата по заданной траектории. Для более точного автомата разрабатывается система бортовой навигации.

Программа имеет ряд версий — версия только с выводом видео с возможностью обработки, версия с добавленной управляющей программой и версия «клиент-сервер» для удаленного управления через Интернет.

В разработке находится программа — симулятор для тренировки оператора на РС без ТПА. В ней предполагается использовать накопленные материалы реальных обследований.

V. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СРЕДСТВАМИ И ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ ЕСИМО

Вязилов Е.Д., Михайлов Н.Н.

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт гидрометеорологической информации –
Мировой центр данных»,
249035, г. Обнинск, ул. Королева, 6, тел. 84843974676,
факс: 84997952225, e-mail: vjaz@meteo.ru*

The brief information of state and development of Unified state system of information on the Global Ocean is presenting. The examples of using of system for information services of marine activity in ministries (EMERCOM, Ministry of transport of Russia, others) is giving. The scheme of using for integrated, distributed, heterogenic resources is showing.

В рамках Федеральной целевой программы "Мировой океан" в 2007 г. создана первая очередь Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) (<http://esimo.ru>), интегрирующая информационные ресурсы (ИР) в области морской среды и морской деятельности. С 2008 г. система находится в постоянной эксплуатации. Конфигурация системы включает 11 общесистемных технологий. Система включает 20 центров из 9 ведомств (Министерства по чрезвычайным ситуациям России, Минтранс России, Минэкономразвития России, Российской академии наук, Минобрнауки России, Минобороны России, Росгидромет, Росрыболовство и Роскосмос). На 1 октября 2011 г. ЕСИМО поставляет пользователям более 1800 ИР общим объемом не менее 5 Тбайт. Для поддержки работы ЕСИМО создано более 100 тематических технологий и 14 общесистемных технологий для:

- интеграции информационных ресурсов;
- ведения общих классификаторов и кодов;
- ведения централизованной базы метаданных и мониторинга информационной деятельности;

- поддержки виртуальной телекоммуникационной сети;
- ведения Интернет - портала и АРМов комплексного информационного обеспечения;
- ведения и использования динамического электронного справочного пособия по морской среде и морской деятельности;
- мониторинга сетей наблюдений за морской средой России;
- мониторинга функционирования технологий;
- подготовки и использования единой электронной картографической основы и ведения картографического сервера;
- формирования и ведения классификаторов пространственных данных;
- формирования и ведения технологического портала (поиск технологий, рабочих мест и документации).

ИР системы охватывают информацию об исследованиях природной среды Мирового океана и морской деятельности. В системе распределенных баз данных (СРБД) ЕСИМО интегрировано 160 баз данных (более 350 параметров) в виде наблюдаемой, прогностической и климатической метеорологической, океанографической и ледовой информации; информации о загрязнении морей и прибрежных зон; сведений о дислокации судов России в Мировом океане; информации о российских портах и чрезвычайных ситуациях на морях России; добыче биоресурсов. Содержание СРБД ЕСИМО имеет высокую динамику обновления, в частности, каждые сутки осуществляется пополнение или полное обновление 25-30% ресурсов ЕСИМО.

Уже разработаны и внедрены:

- комплекс Мониторинга ресурсов и сервисов ЕСИМО, позволяющий отслеживать статус аппаратно-программных комплексов в узлах – центрах ЕСИМО;
- распределенный центральный информационно-технологический узел на площадках ГУ «ГВЦ Росгидромета» - г. Москва (основной комплекс и ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» - г. Обнинск (дублирующий комплекс), увеличивающий надежность работы системы и скорость доступа к информации;
- программные средства ведения VPN-узлов в центрах ЕСИМО и VPN-клиентов (точки порталов и АРМов), защищающих данные путем шифрования;
- единая электронная карто-основа (ЭКО) версии 3.0 масштаба 1:1000000 на территорию РФ и прилегающих морей, масштаба 1:500000 на территорию семи морей (Балтийское, Белое, Баренцево, Карское, Берингово, Черное, Азовское);

- программный комплекс анализа пространственной информации об обстановке в Мировом океане, с использованием схемы распределенной обработки данных экспресс-анализа разливов нефти;
- аналитический комплекс для обработки информации об обстановке в Мировом океане, позволяющий на одном экране увидеть данные из СРБД ЕСИМО в виде таблиц, карт, диаграмм, графиков, с использованием этого комплекса разработаны макеты 15 прикладных задач для комплексного информационного обеспечения морской деятельности;
- базовый информационно-технологический комплекс взаимодействия ЕСИМО с прикладными системами в виде портлетов (бегущая строка, доступ к данным, визуализация 3D и др.);
- электронный морской атлас (ЭМА) ЕСИМО по гидрометеорологическим условиям и охраняемым природным зонам, природным зонам техногенного образования, пляжным зонам, сформировано около 5000 ГИС-слоев для каждого моря РФ.

Линейка инструментов, используемая при создании и эксплуатации ЕСИМО, включает систему управления базами данных Oracle, сервер приложений JBoss, Аналитический комплекс, Сервер интеграции, Поставщик данных, Централизованную базу метаданных. Эта линейка инструментов может служить основой для создания решений в любой отрасли.

Портал как основной инструмент доступа к информации о состоянии Мирового океана позволяет пользователю получить интересующую его информацию по любому району, в любой момент времени, независимо от его местоположения и вида терминала. Здесь можно получить текущие данные, получаемые по каналам глобальной сети телесвязи, на последний срок наблюдений, прогнозы различной заблаговременности, климатическая информация. Портал позволяет получать сводки погоды от нескольких, выбранных вами, организаций в едином формате на одном экране в режиме on-line. ИР (анализы, прогнозы) замещаются по мере их обновления. Возможности портала позволяют производить поиск, фильтрацию и сохранение данных для дальнейшего использования. Положительными эффектами от портала считается повышение качества информационного обслуживания пользователей за счет поддержки аналитических процессов.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ИССЛЕДОВАНИЙ МИРОВОГО ОКЕАНА - ТЕХНОЛОГИЯ ЕСИМО

Соловьев В.А., Зарецкий А.В., Свиридов С.А., Метальников А.А.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, ГСП-7, Нахимовский проспект, 36,
тел: 8(499) 129-27-45, e-mail: esimo@ocean.ru,
<http://www.ocean.ru>*

Единая система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) содержит набор информационных технологий, с помощью которых осуществляется сбор, обработка и предоставление пользователям данных. Одной из них является технология информационной поддержки научных исследований Мирового океана, которая обеспечивает персонафицированный доступ к научным ресурсам ЕСИМО; выполнение запросов, таблично-графическое и картографическое представление ресурсов системы пользователям с помощью различных коммуникационных устройств.

Программная архитектура технологии строится следующим образом. На входе системы используются средства автоматического и автоматизированного ввода данных и виде цифровых массивов, документов и изображений, с помощью которых по определённому регламенту осуществляется накопление информации. Затем эта информация преобразуется в формат обработки данных. Далее в соответствии с заранее настроенными процедурами данные агрегируются и консолидируются, образуя при этом информационную базу в виде карт, таблиц, графиков, цифровых океанологических данных для различных показателей состояния среды.

Информационная база технологии информационной поддержки исследований Мирового океана включает в себя:

- базу данных результатов выполнения НИР (БД НИР), полученных в ходе выполнения подпрограммы “Исследования природы Мирового океана” ФЦП “Мировой океан» за 1999-2011 годы, других научных материалов, и автономное Web-приложение для работы с ней;

- базу научных данных и другую информацию об океане, размещенную на ресурсах ЕСИМО, через средства удаленного доступа - АРМ «Исследователь»;

- данные об измерениях океанологических параметров, получаемые в результате обмена информацией между распределенной

базой данных (СРБД) ЕСИМО, НИС и другими подвижными или стационарными объектами с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК).

Структурная схема организации информационной базы представлена на рисунке 1.

На структурной схеме отображены основные компоненты информационной базы технологии информационной поддержки исследований Мирового океана, а также распределение потоков данных. Структурно информационная база обеспечивает закольцованный обмен информации между основными субъектами технологии.

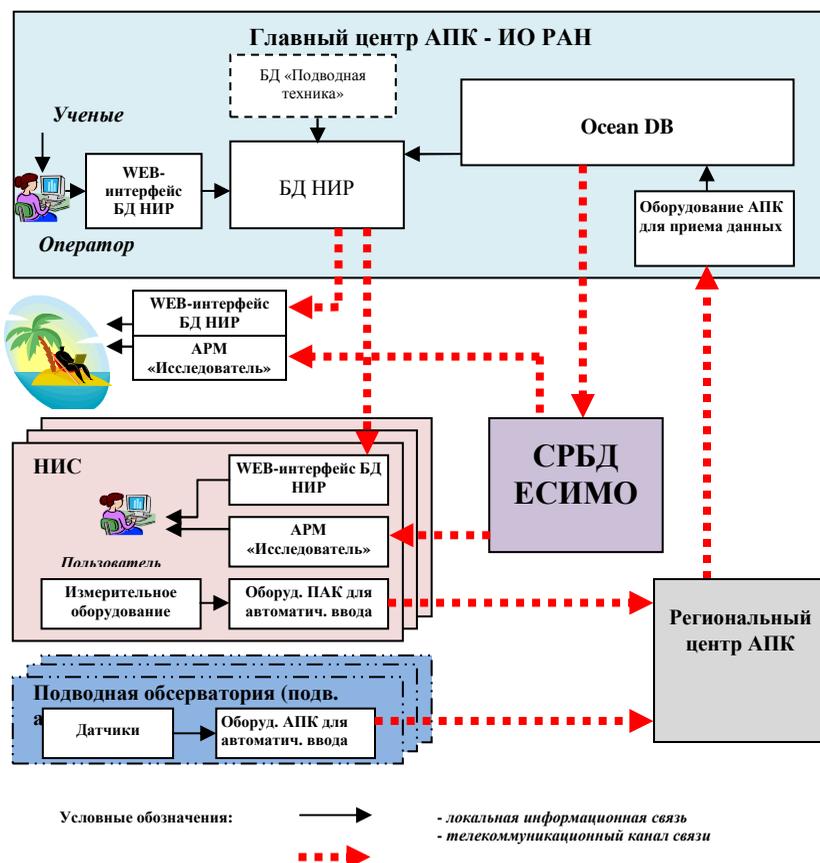


Рис. 1. Структурная схема организации информационной базы.

Субъектами технологии являются:

а) поставщики океанологических данных и научных материалов, в перечень которых могут входить:

- в качестве поставщиков научных материалов – научные сотрудники, инженерно-технические работники, сотрудники научно-организационных структур;

- стационарные измерительные комплексы (прибрежные и подводные обсерватории);

- подвижные измерительные комплексы (установленные на НИС, дрейфующие автономные, робототехнические);

б) потребители научных данных (исследователи, аналитики), которые могут находиться в любой географической точке, где имеется доступ к телекоммуникационным каналам связи;

с) технические средства, обеспечивающие функционирование технологии, включающие в себя:

- оборудование АПК для автоматического ввода данных от измерительных приборов, кодирование и шифрование их, передачу по каналам связи, устанавливаемое на измерительных комплексах;

- региональный центр АПК, который осуществляет прием и концентрацию данных от измерительного куста, и передает их главному центру АПК;

- главный центр АПК, размещается в ИО РАН и обеспечивает управление средствами АПК, обработкой и анализом поступающей информации, ведение баз данных (хранилище океанологических данных Института океанологии *OceanDB*, БД НИР), обеспечение поставки информации в СРДБ ЕСИМО и пользователям;

- СРБД ЕСИМО обеспечивает сбор и каталогизацию данных, ведет базу метаданных, предоставляет океанологическую информацию в АРМ «Исследователь», обеспечивает организационный и технологический контроль субъектов технологии.

Такая схема организации информационной базы исследования океана позволяет гибко и целенаправленно выстраивать и наращивать технологические цепочки, используя принципы модульного и сетевого построения системы.

Адрес для входа в портал центра ЕСИМО РАН:
<http://ias.ocean.ru/esimo/>.

Технология информационной поддержки научных исследований Мирового океана содержит практически все основные информационные компоненты и программные инструменты для работы с ними для эффективного изучения природы океана, его взаимодействия с атмосферой и других актуальных направлений

океанологии. Технология позволяет в ходе проведения экспедиций оперативно в режиме реального времени обмениваться многими необходимыми данными с коллегами, и получать своевременно и в достаточном объеме информацию из архивов по направлению исследований.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЕСИМО С АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СУДОВ.

Соловьев В.А., Зарецкий А.В., Метальников А.А., Свиридов С.А.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, ГСП-7, Нахимовский проспект, 36,
тел: 8(499) 129-27-45, e-mail: esimo@ocean.ru,
<http://www.ocean.ru>*

Технология взаимодействия «Единой системы информации об обстановке в Мировом океане» (**ЕСИМО**) с аппаратно-программными комплексами научно-исследовательских судов и подводного оборудования является составной частью общей технологии информационной поддержки научных исследований Мирового океана, разрабатываемой и эксплуатируемой Центром ЕСИМО РАН (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН).

Для реализации этой технологии разработано программное обеспечение информационно-коммуникационного комплекса информационного взаимодействия ЕСИМО с аппаратно-программным комплексом (АПК) научно-исследовательских судов (ИККВ-НИС). В состав АПК может входить судовое навигационное оборудование и приборы, гидрометеорологические станции, измерительное оборудование опускаемых, буксируемых, телеуправляемых аппаратов, автономных стационарных и подвижных платформ и др. ИККВ-НИС осуществляет передачу информации в реальном масштабе времени с НИС в центры ЕСИМО, а также передачу информации из распределенной базы данных (СРБД) ЕСИМО на НИС по спутниковым или другим доступным каналам связи. Программное обеспечение предоставляет возможность осуществлять обмен метеорологическими, гидрологическими, гидрофизическими, гидрохимическими, гидробиологическими и геолого-геофизическими данными.

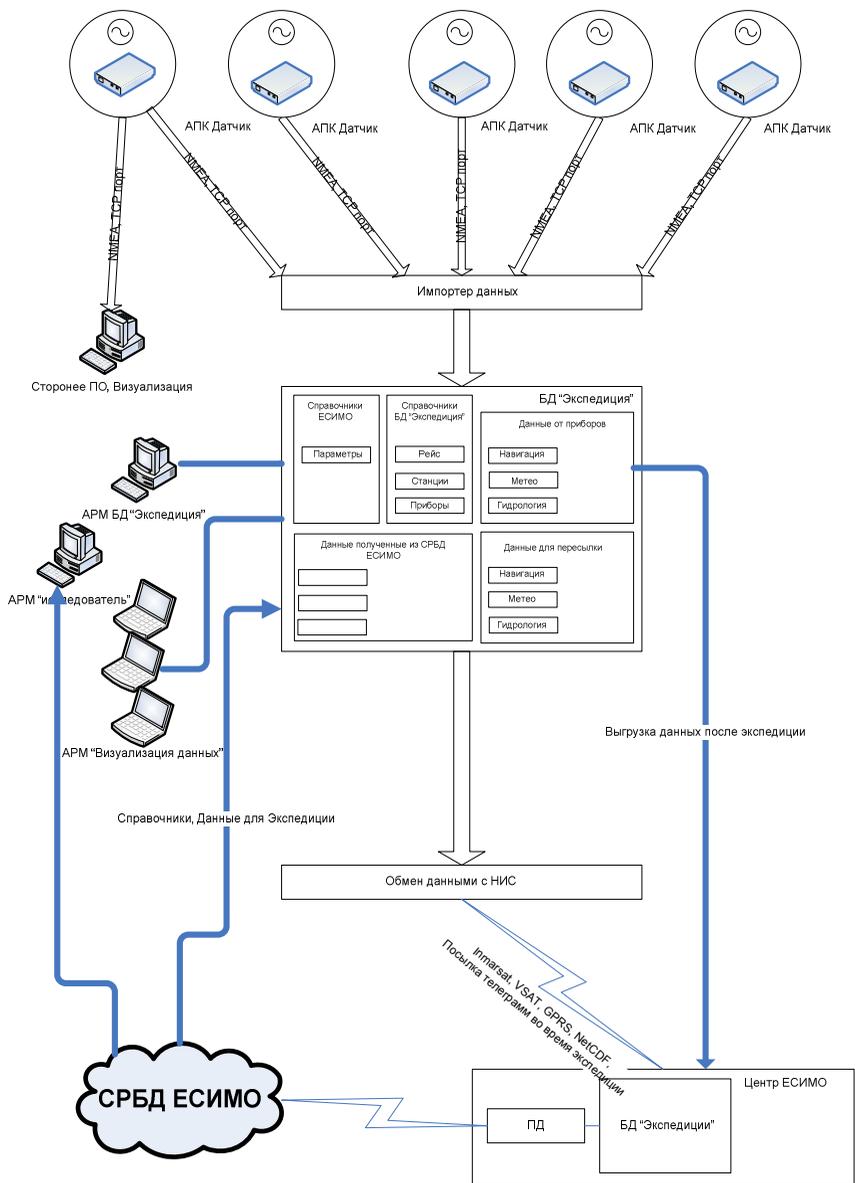


Рис. 1. Структурная схема ИККВ НИС.

ИККВ-НИС включает средства, размещаемые на НИС и в назначенном центре ЕСИМО, обеспечивающие сбор данных экспедиции (рис. 1).

Программное обеспечение, размещаемое на НИС, включает в себя следующие компоненты:

- АПК “Датчик”, состоящий из измерительного оборудования, и АПК для получения данных от этого измерительного оборудования и отправки их в судовую сеть по протоколу ТСР;
- компонента “Импортер данных”, предназначенная для чтения данных с портов ТСР;
- компонента “Обмен данными - НИС” - для передачи данных от НИС в центр ЕСИМО по каналам спутниковой связи, включая широкополосное спутниковое вещание;
- база данных “Экспедиция”, предназначенная для интеграции и структурированного хранения данных от различного измерительного оборудования на НИС, хранения справочников и метаданных, обработки данных.

Программное обеспечение, размещаемое в центре ЕСИМО, включает в себя следующие компоненты:

- компонента приема и загрузки данных, предназначенная для прямого приема информации от компоненты “Обмен данными - НИС” и мониторинга процессов обмена со стороны центра ЕСИМО, автоматизированной загрузки данных из транспортных файлов NetCDF в базу данных «Экспедиции-Центр ЕСИМО» (рис. 2);
- база данных «Экспедиции-Центр ЕСИМО», предназначенная для хранения оперативной информации, получаемой от НИС во время рейса, а также полного объема данных после завершения экспедиции. Обеспечивается возможность экспорта данных из БД «Экспедиции-Центр ЕСИМО» по заданным пользователем критериям. Данные отображаются в реальном масштабе времени через WEB-интерфейс по адресу <http://ias.ocean.ru/gis/> (рис. 3: см. илл. 46-3 цв. вкладки).

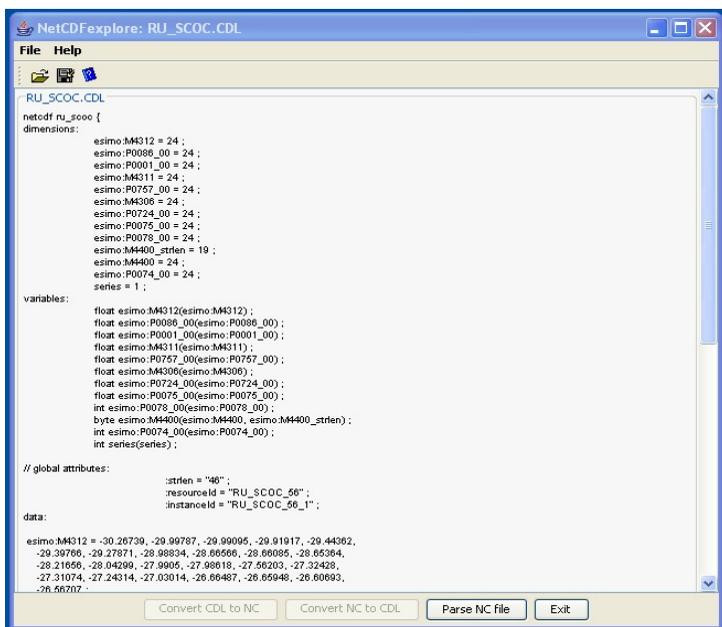


Рис. 2. Компонента приема и загрузки данных из транспортного файла NetCDF в СУБД. (Внутри рабочего окна показана структура транспортного файла RU_SCOC_56_1-18092010-101500)

Действующий образец ИККВ-НИС протестирован в ходе экспедиции НИС "Академик Иоффе" в 2010 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА РОСРЫБОЛОВСТВА

Солодилов А.В.², Семенов В.И.², Лупян Е.А.¹, Марченков В.В.¹,
Пыркин В.Н.¹, Лаврова О.Ю.¹

¹ Учреждение Российской академии наук Институт
космических исследований РАН (ИКИ РАН)
117997, Москва, Профсоюзная ул. 84/32,
тел: +7 (095) 3335313 e-mail: evgeny@smis.iki.rssi.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Центр системы мониторинга рыболовства и связи»
(ФГБУ «ЦСМС»)
107996, Россия, Москва, Рождественский бульвар, дом 12
т. +7(495) 504-16-03, 504-16-12, факс: +7 (495) 628-73-19
e-mail: info@cfmc.ru

This paper addresses the development of satellite fishery vessel monitoring system (FVMS) of Russia. It presents the current capabilities of the system and describes the experience of using satellite technology and IT in oceanographic research for solving problem of the marine resources protection and restoration. The prospects for further development of using the satellite information and techniques for FVMS are also discussed

Работа посвящена вопросам развития Отраслевой системы мониторинга рыболовства (ОСМ) России. В ней представлены текущие возможности системы и описан опыт использования спутниковых и информационных технологий океанологических исследований в ОСМ для решения задач охраны и восстановления морских биоресурсов. Также рассмотрены перспективы дальнейшего развития спутниковых и информационных методик Отраслевой системы мониторинга.

Описаны спутниковые и информационные методы, применяемые в системе, включая методики дистанционного исследования океана. Такими элементами ОСМ, в частности, являются:

- подсистема обнаружения загрязнений по радиолокационным спутниковым снимкам

- подсистема контроля позиционирования по радарным спутниковым снимкам;
- подсистема контроля ледовой обстановки;
- модуль построения карт вылова.

Рассмотрены вопросы решения проблем обнаружения загрязнений океана и контроля ледовой обстановки. Также рассмотрены перспективы развития методов отображения пространственных функций распределения вылова, степени загрязнения и других гидрофизических параметров в ОСМ.

ОБНАРУЖЕНИЕ ГЛУБОКОВОДНЫХ ВИХРЕЙ ИЗ КОСМОСА

Скляр В.Е

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Москва, 117851, Нахимовский пр. 36, т.07-495-1291954,
vsklyarov@km.ru*

Results of the spent researches specify in perspective of application of satellites altimetry for studying of the features of eddy in deep ocean (including meddies).

В последние годы вызывает большой интерес принципиальная возможность обнаружения глубоководных вихрей из космоса. Такого рода вихри могут проявляться на поверхности океана в аномалиях гидрофизических полей (например, ринги Гольфстрима) или явно не проявляться (некоторые типы мезомасштабных вихрей открытого океана). Особый интерес вызывает возможность дистанционного обнаружения внутритермоклинных вихрей (ВТВ), распространяющихся в океане на больших глубинах (порядка 800-1200 м). Долгое время считалось, что эти вихри не оставляют следов на поверхности океана и обнаруживаются только в главном термоклине по сильным положительным аномалиям температуры и солености.

Необходимо отметить, что оценка принципиальной возможности обнаружения ВТВ в инфракрасном и видимом диапазонах спектра предпринимались ранее. В докладе [1] применялась специальная методика фильтрации первичной информации со спутников NOAA для района Кадисского залива и вблизи побережья Португалии. Автор подтверждал успешность

сделанных попыток обнаружения вихрей. В сообщении (Scientists use satellites to detect deep-ocean whirlpools http://www.gisdevelopment.net/news/viewn.asp?id=GIS:N_vhxlmkggyn) говорилось о планах совместных работ группы ученых из разных стран по использованию информации со спутников NOAA и данных скаттерометра QuikScat для изучения ВТВ в Атлантическом и Тихом океанах.

Нам показалось целесообразным рассмотреть вопрос об использовании данных радиолокационных спутниковых альтиметров в обсуждаемой проблеме. Положительные результаты такой работы были опубликованы практически в одно время в одной из наших работ (2) и в работе французских ученых (3) в 2010 г. В нашей работе сравнивалась спутниковая альтиметрическая информация с местоположением четырех ВТВ, исследованных методом сейсмоакустики.

В настоящей работе мы решили проанализировать альтиметрическую информацию для хорошо выраженного и уверенно определенного в океане традиционными методами внутритермоклинного вихря. Весьма подробные сведения о гидрофизических характеристиках и локализации этого вихря можно почерпнуть из работы (4). Этот вихрь был обнаружен и исследован в июле 1993 г. в районе Канарской котловины с координатами центра вихря 36° с.ш., 28° з.д. На рис. 1 показаны разрезы этого вихря в полях температуры и солёности.

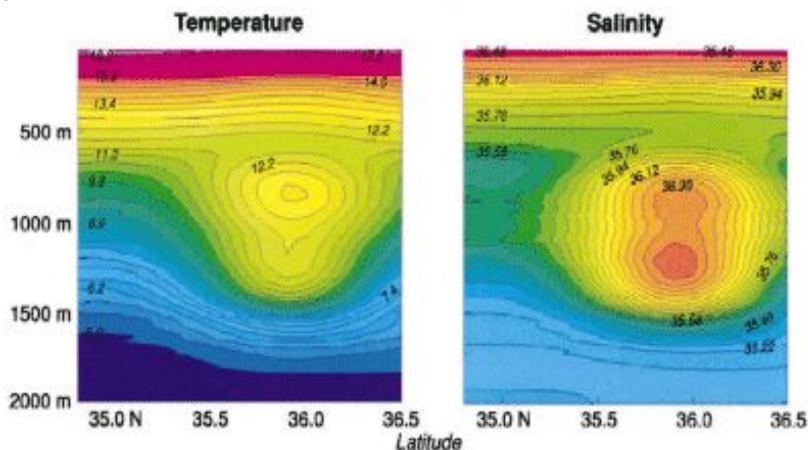


Рис. 1. Разрезы температуры и солёности через ВТВ.
Данные заимствованы из работы (4).

Отличительной особенностью этого ВТВ является наличие двойного максимума для температуры и солености. Их величины составляют 13.2°C и 36.5 psu на глубине 850 м и 12.3°C и 36.5 psu на глубине 1250 м . Обратимся вновь к рис. 1 и отметим, что максимальные аномалии в сравнении с окружающими водами достигали 4.1°C и 1.1 «промилле» на глубине 1250 м . Размер вихря в поперечнике составил 120 км . На рис. 2 (см. илл. 48-2 цв. вкладки) представлены данные спутникового альтиметра на ту же дату 14 июля 1993 г.

Легко видеть, что локализация вихря совпадает с центром положительной аномалии урвенной поверхности. Горизонтальный масштаб вихря и аномалии также совпадают. В центре вихря аномалия составляет порядка 6 см . Отметим также, что подъем урвенной поверхности соответствовал антициклоническому характеру вихря.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что обнаружение ВТВ из космоса возможно, и при этом методы спутниковой альтиметрии являются одними из наиболее перспективных для решения этой задачи.

Литература

1. Castellani M. Automatic detection of Mediterranean water eddies from satellite imagery of the Atlantic Ocean // Report on IPROMS Conference 2009, 6-17th July 2009.
2. Березуцкий А.В., Скляров В.Е. Дистанционные методы обнаружения внутритермоклинных вихрей в океане.// Современные проблемы дистанционного зондирования из космоса, 2010, Т.7.№1. с.228-237.
3. Carton X., Daniault N., Alves J., Cherubin L., and Ambar I. Meddy dynamics and interaction with neighboring eddies southwest of Portugal: Observations and modeling.// J. Geophys. Res., 2010, Vol. 115, C06017, doi:10.1029/2009JC005646,
4. Tychensky A., and. Carton X, Hydrological and dynamical characterization of meddies in the Azores region: A paradigm for baroclinic vortex dynamics.// J. Geophys. Res., 1998,**103** (C11), 25 061–25 079.

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЬ-НИНЬО

Бышев В.И., Скляр В.Е

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Москва, 117851, Нахимовский пр.36, т.07-495-1291954,
vsklyarov@km.ru*

The results of the study of ocean reaction to the El-Niño are presented. Results specify in significant reaction of the Indian ocean (except the Pacifica) by altimeters data. During the period of the El-Niño 1997-98 abnormal fall of the level in the east and simultaneous increase in the west of the Indian Ocean was observed.

Наблюдения из космоса являются эффективным средством для изучения Эль-Ниньо. Возмущения гидрофизических полей Тихого океана при Эль-Ниньо достаточно хорошо известны и описаны в научной литературе (1-2). Новые результаты были получены для Индийского океана (3-4). Показано, что система океан – атмосфера Индопацифики ведет себя согласованно. В океанах и атмосфере образуются зеркально симметричные диполи основных параметров. Особенно ярко это проявляется в межмуссонную фазу (весной или осенью). Спутниковые данные наиболее наглядно это демонстрируют. Если рельеф урвенной поверхности в ноябре 1996 или 2000г. соответствовал норме и характеризовался типичным для этого периода понижением уровня на западе Индийского океана и повышением на востоке, то, в октябре - ноябре 1997г. наклоны урвенной поверхности имели противоположный знак. Отметим, что область пониженного уровня охватывала всю экваториальную зону с формированием у о-ва Суматра интенсивного апвеллинга. В тоже время реакция Атлантического океана проявлялась и крайне слабо только в его восточной части. На приводимых рисунках показаны ряды альтиметрических наблюдений за урвенной поверхностью океанов в характерных точках для 1993-2010 г. г.

Тихий океан	0°ю.ш., 108°з.д.	0°ю.ш., 180°в.д.
Индийский океан	0°ю.ш., 60 °в.д.	0°ю.ш., 95 °в.д.

Отметим, что сглаживание и методы фильтрации сезонного тренда нами не использовались.

Сами данные альтиметрических измерений были заимствованные с сайта Университета Колорадо в Боулдере (<http://sealevel.colorado.edu>) На рис. 1-3 представлены временные ряды аномалий уровня поверхности океана (SSH) для выбранных точек. Хорошо видно, что на фоне гармонических колебаний SSH, связанных с внутригодовой изменчивостью, резко выделяются годы Эль-Ниньо (1997-1998). В Тихом океане характер изменения уровня соответствует каноническому виду Эль-Ниньо (2). Известно, что в период Эль-Ниньо образуется волна Кельвина, способствующая подъему SSH на востоке и понижению SSH на западе океана. Абсолютная величина SSH достигает при этом плюс 45 см на востоке и минус 15 см на западе. В Индийском океане мы наблюдаем зеркальный симметричный диполь в аномалии уровня океана. На западе океана мы видим повышение уровня на 15 см, а на востоке понижение SSH на 25 см (рис. 2). В Атлантическом океане наблюдается другая ситуация. Здесь влияние Эль-Ниньо проявляется очень слабо. При этом на западе тропической части Атлантики, это влияние (по нашим данным) практически не прослеживается.

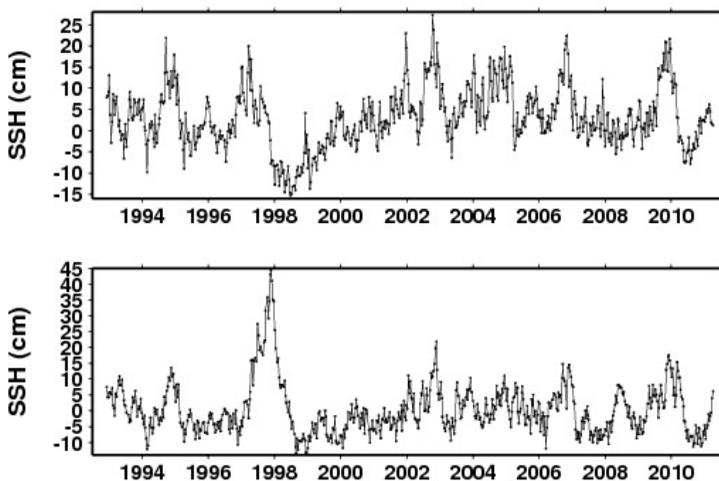


Рис. 1. Временной ход аномалии уровня **SSH** Тихого океана в точках с координатами: а)верху- 0°ю.ш., 108°з.д. (восток) и б)внизу 0°ю.ш., 180°в.д. (запад).

Следует отметить, что Индийский океан, находясь в непосредственной близости к источнику событий Эль-Ниньо, демонстрирует своеобразную реакцию региональной климатической системы океан-атмосфера на эти явления. Отклик Индийского океана на Эль-Ниньо, являясь зеркальным отражением соответствующей реакции Тихого океана, проявляется в уровне океана и в полях практически всех термодинамических характеристик океана (3). Этот отклик наблюдается в виде формирования значительных аномалий противоположных знаков на западной и восточной границах бассейна и наиболее ярко проявляется в межмуссонный период, когда термодинамический режим океана близок к своему стационарному состоянию.

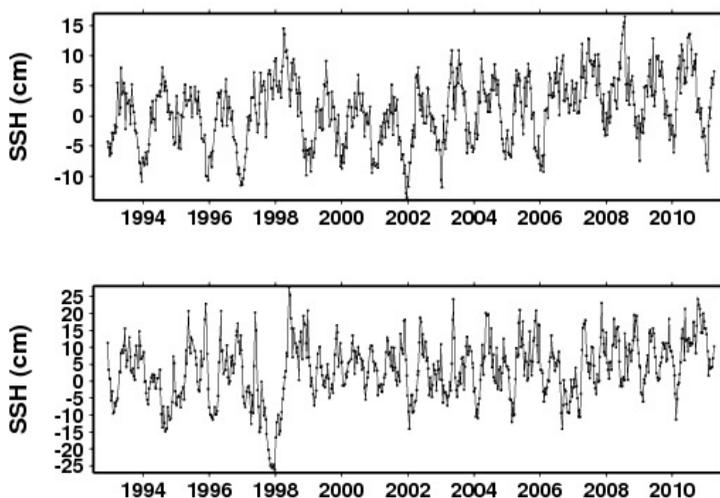


Рис. 2. Временной ход аномалии уровня SSH Индийского океана в точках с координатами: а) сверху - 0°ю.ш., 95°в.д. (восток) и б) внизу - 0°ю.ш., 60°в.д. (запад).

Результаты проведенных исследований указывают на перспективность применения космических дистанционных методов для изучения явления Эль-Ниньо в Мировом океане. Успешное применение альтиметрии для обнаружения отклонений уровня поверхности океана, однозначно связанное с особенностями циркуляции вод, представляется особенно важным, т.к. традиционные судовые методы весьма дорогостоящи и трудоемки.

Литература

1. Петросянц М.А., Семенов Е.К., Гущина Д.Ю., Соколихина Е.В., Соколихина Н.Н. Циркуляция атмосферы в тропиках: климат и изменчивость. //М. Макс Пресс, 2005. 640 с.
2. Вязилова Н.А. О сценарии развития аномалий в системе океан-атмосфера в тропиках Индийского и Тихого океанов в годы с Эль-Ниньо. //Метеорология и Гидрология, 2006. №8. С.19-32
3. Бышев В.И., Иванов Ю.А., Нейман В.Г., Романов Ю.А., Серых И.В., Скляр В.Е., Шербинин А.Д. О проявлении эффекта Эль-Ниньо в Индийском океане.// Доклады Академии Наук, 2008. Т. 418. № 3. С. 1-6
4. Скляр В.Е., Бышев В.И. Наблюдения из космоса за явлением Эль-Ниньо в Мировом океане.// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т. 8. № 2. С. 105-110

НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Сычев В.А.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Москва, Нахимовский проспект, 36,
Тел. 8(495)719-00-35, e-mail: gbo@mail.ru*

There are considered approach to the organization and functioning of the innovative centers focused on realization of the small innovative projects in various areas of scientific and technical spheres is in this article. The main features of this approach are "background" and "active" operating modes and banks of innovative projects and their potential consumers that form the informative platform in the sea and underwater technology field.

Данное сообщение посвящено некоторым практическим аспектам реализации малых инновационных проектов (ИП), основанным на анализе проблем, с которыми автору пришлось столкнуться за время работы в отраслевых НИИ, опытно-конструкторских бюро и институтах РАН при разработке различных

модификаций научно-исследовательской аппаратуры, каждый из которых можно рассматривать как разновидность ИП.

Хорошо известно, что в развитой рыночно ориентированной экономике проблемы реализации ИП, как правило, решаются «в рабочем порядке» в рамках структур, где они возникают, или посредством специально приспособленных для этого инфраструктур (таких как, например, венчурные компании, бизнес-ангелы и т.п.).

С другой стороны, в прежней, плановой экономике, для реализации инновационных проектов необходимо было «включить их в план», что обычно требовало принятия соответствующего решения на самом высоком уровне.

В «постсоветской сырьевой экономике» реализация ИП оказалась в большинстве случаев не менее проблематичной, прежде всего, по причине неопределенности в окупаемости инвестиций, необходимых для их реализации, поскольку наши инвесторы ориентируются на очень высокий уровень рентабельности, достижимый только в сырьевых отраслях и в торговле.

В связи с этим актуальным является поиск подходов к реализации ИП, которые оказываются менее зависимыми, как от инвесторов, так и от указанных многочисленных структур. Некоторые из таких подходов рассмотрены в работах [1, 2]. Предполагается, что рассмотренные подходы в определенных условиях позволят облегчить реализацию ИП, в особенности, если они относятся к компактным НИОКР или аппаратуре, представляющей интерес для ограниченного круга потребителей [3, 4].

Особенность предлагаемого подхода к организации работы инновационного центра (ИЦ) заключается в том, что основными его действующими субъектами, помимо ИЦ, являются, в конечном счете, исполнитель и потребитель результатов ИП, которые заинтересованы в его реализации по оптимальной схеме в отношении затрат, сроков и объема работ. Более того, эта схема оказывается приспособленной к реальным инфраструктурам, которыми располагают исполнители ИП.

Другая важная особенность данного подхода заключается в использовании «фоновых» и «активного» режимов работы. При этом в «фоновом» режиме поддержание работы ИЦ (обеспечение работы сайта, поиск и анализ поступающих технических предложений, подготовка обзоров и т.п.) осуществляется на основе заинтересованности актива ИЦ в реализации ИП, одобренных экспертным советом, а также на основе административного ресурса заинтересованных организаций. В то же время в «активном» режиме реализация ИП осуществляется, в основном, за счет их потребителей.

Указанные выше соображения были использованы при создании инновационного центра «Подводные и морские технологии», на сайте которого (<http://www.incseatech.ru/>) заинтересованные лица могут найти информацию о партнерах и спектре предложений ИЦ. На указанном сайте размещены: обзоры по различным направлениям подводной и морской техники; информация об отечественных и зарубежных фирмах; материалы научно – технических конференций по тематике ИЦ; а также банки данных о выявленных ИП и их потенциальных потребителях.

Функционирование центра организовано по схеме консорциума, который представляет собой, как известно, организационную форму объединения независимых предприятий и организаций с целью координации их предпринимательской деятельности.

Таким образом, проведенный анализ различных аспектов реализации малых ИП позволяет сделать следующие выводы.

1. Активность многих ИЦ, функционирующих по традиционной схеме, даже при наличии инвестиций и административного ресурса не гарантирует эффективность их работы, что связано с отчужденностью инициаторов, исполнителей и потребителей ИП от механизма их реализации и финансирования.

2. В случае организации работы ИЦ по схеме консорциума в виде объединения независимых субъектов и организаций, координирующих свою активность через ИЦ, обеспечивается гибкость и открытость структуры для реализации инновационной активности.

3. Включение предлагаемого вида ИЦ в сеть аналогичных структур согласуется со стратегией онлайн-обществ, действующих в соответствии с принципами открытых инноваций [5].

4. Для повышения эффективности процесса реализации некоторых ИП, в которых ИЦ выступает как инициатор, целесообразно обеспечить его финансовое соучастие в указанном процессе, что потребовало создание при указанном ИЦ автономной некоммерческой организации «ИЦ «Морские технологии»».

Литература

1. Сычев В.А. Перспективный метод реализации инновационных проектов. Тезисы докладов научно-практической конференции «Инновации РАН – 2008». Нижний Новгород: Изд-во ИПФ РАН. 2008. С. 47.
2. Покрышкин, А.А., Сычев В.А. Инновационный центр «Подводные и морские технологии». //Материалы XI научно-

- технической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований». 2009. Т. 2. С. 7-12, Москва.
3. Сычев В.А. Инновационный центр: от идеи до реализации. //Материалы III российской научно-технической конференции «Технические проблемы освоения Мирового океана». 2009. С.147-149. Владивосток.
 4. Дунчевская С.В., Покрышкин А.А., Сычев В.А. Эффективный подход к реализации малых инновационных проектов. Материалы V Международного форума «От науки к бизнесу». 20 С. 75-76. Петербург.
 5. <http://open-innovations.ru/about/innovations/>.

ПРОБЛЕМА ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО МОРФОЛОГИИ ПОДВОДНЫХ ГОР

Асавин А.М.¹, Жулёва Е.В.²

¹ *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН; г. Москва, 119991, ул. Косыгина, д. 19, ГСП-1; тел. 1373116, fax 9382054, alex@geokhi.ru*

² *Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН; Москва, 117997, Нахимовский пр-т, д.36; тел. 1247949, lenageo@rambler.ru*

The integration of the Information System (IS) has recently led to development of new forms of geo-representations. It's necessary to create a modern IS for a well regulated keeping of the factual data of seamounts morphology. Defining interaction with users as the key to knowledge formation, multimedia cartography is the interaction with maps supported by multiple forms of users interface.

Современные информационные системы (ИС), в отличие от старых локальных баз данных, ориентируются, прежде всего, на Интернет технологии передачи и хранения данных. Предполагается, что основной трафик обмена данными, их получения и обработки, взаимодействия с пользователями будет происходить через Интернет. В настоящее время, когда объем информации по подводным горам Мирового океана огромен и продолжает увеличиваться в связи с расширением технических средств и методов океанологических

исследований, со всей остротой встает вопрос об организованном хранении фактических данных по морфологии подводных гор.

ИС по морфологии подводных гор должна органично войти в посвященную исследованию океана программу SeaDataNet, разрабатываемую в рамках межъевропейской. В нашей стране она реализуется в рамках программы ЕСИМО. В программе ставится задача на основе единого стандарта метаданных объединить информацию о результатах рейсов научных судов, о станциях наблюдения и донных опробованиях и т.п. Однако данные по рельефу подводных гор в программе ЕСИМО отсутствуют (<http://www.mpg-info.ru>). Специализированные базы данных по подводным горам разрабатываются в Интернете в рамках таких международных программ, как: NYC Open Accessible Space Information System (OASIS) (<http://www.oasisnyc.net/>), Seamount Biogeoscience Network (SBN) (<http://earth.ref.org/SBN>), Seamount Online (<http://seamounts.sdsc.edu>). Наиболее полной базой данных по морфологии подводных гор Тихого океана является сводка П. Вессела (Wessel, 2001), созданная на основе анализа альтиметрических данных и содержащая информацию примерно о 150000 подводных гор. Геохимия внутриплитового магматизма Атлантического океана и частично распределение подводных гор на дне рассмотрены в российском проекте Электронная Земля в рамках базы данных по геохимии внутриплитового магматизма (<http://earth.jssc.ru/gim>).

Современной базы данных по описанию рельефа подводных гор нет. Задача разработки информационного ресурса по морфологии подводных гор Мирового океана является на сегодняшний день нерешенной и весьма актуальной. Из последних разработок можно указать на ИС по биоразнообразию подводных гор - <http://seamounts.sdsc.edu/#>. Это прекрасно выполненный проект с гибкой системой запросов и выборки данных, с поддержкой механизмов запроса по метаданным.

В построении географической информационной системы (ГИС) по морфологии подводных гор можно выделить несколько логических уровней обработки и анализа данных.

1 уровень. Сбор данных. Решаются проблемы аппаратного получения данных, в том числе в режиме реального времени, их первичной обработки и тестирования, внутреннего согласования данных по пространственно-временному признаку. Для подводных гор к этим работам можно отнести батиметрические и спутниковые измерения. Кроме того, океанологические исследования глубинных течений вокруг подводных гор и их скоплений и особенностей

стратификации океанических вод (по температуре, солености и т.п.) проводятся с помощью подводных буев в режиме он-лайн в течение достаточно длительных периодов времени (Gerkema, van Nare, 2007; Matthew et al., 2004; Trasviña-Castro et al., 2003).

2 уровень. Разработка метаданных с учетом существующих международных стандартов по первичной информации. Этот уровень формирует сведения о логическом содержании данных и физическом их хранении. Обычно он включает как общую информацию, детально описывающую источник данных (институт, экспедиция, проект, станция и т.д.), пространственное и временное расположение набора данных (по OGC стандарту ISO 191155, описывающему ГИС-данные), так и специальную часть тематических стандартов. Необходимо помнить, что круг исследовательских работ, проводимых на подводных горах, чрезвычайно широк. В числе используемых методов и способов проведения геолого-геофизических исследований подводных гор можно выделить такие, как: многолучевое эхолотирование, спутниковая альтиметрия, геомагнитная съемка, гравиметрическая съемка, геотермическая съемка, съемка гидролокатором бокового обзора (ГБО), непрерывное сейсмическое профилирование (НСП), драгирование, глубоководное бурение, дночерпатель, прямоточная трубка, работы с подводного и глубоководного обитаемого аппарата (ПОА и ГОА), съемки с буксируемого подводного аппарата (БПА), подводная фотография, подводная телесъемка, водолазный колокол. Основой для объединения конкретных тематических систем в общее информационное поле служит система унификации метаданных по определенным стандартам. В результате, независимо от вида базы данных, системы управления базами данных (СУБД) используемой на конкретном сервере, программной реализации диалога с пользователем на конкретном Интернет-сайте, появляется возможность организовать унифицированную систему обмена между удаленными серверами.

Уже разработаны стандарты на метеорологические и биологические данные, информацию по гидрологии и гидрохимии океана, экологическим наблюдениям. Существуют решения по ряду геофизических наблюдений (сейсмика), литохимическим данным по морским осадкам и ряду других областей. Однако, несмотря на большое количество работ, посвященных этой проблеме, многие вопросы пока еще остаются открытыми. И в частности, стандарт на описание рельефа подводных гор пока находится на стадии разработки (Zhuleva, Asavin, 2010). При работе над тематическим стандартом метаданных основной целью является составление наиболее полной

морфологической характеристики объекта в наиболее лаконичном и формализованном виде. Представляется, что на современном уровне исследований предложенная в работе (Асавин, Жулёва, 2009) структура информационной системы наиболее подробно описывает морфологию подводных гор, и в нее могут быть включены все доступные фактические данные об их строении.

3 уровень. Создание системы хранения данных, их визуализация и пользовательский интерфейс для формирования выборок. Технические решения этих задач достаточно хорошо разработаны и основаны на веб-технологиях поддержки взаимодействия пользователя с удаленными базами данных и ГИС-технологиями визуализации пространственных данных и создания систем электронных карт. Для цифровых данных грид-типа (точечных данных, полученных по регулярной сети наблюдений) обычно используются различные СУБД, от MY-SQL до ORACLE, сопряженные с ГИС и специализированными серверами типа ARC-IMS (ESRI) или MapServer (Minnesota University) (<http://mapserver.gis.umd.edu>), которые служат для хранения грид-данных карт, аэро- и космических снимков и другой подобной информации.

4 уровень. Определение инструментов для анализа данных, создания выборки по заданным критериям и обработки данных для получения новой информации. Этот верхний уровень работы с данными и взаимодействия с конечными пользователями отличается большим разнообразием решений, и унификация здесь отсутствует, поскольку у каждого коллектива разработчиков имеются свои приоритетные решения и методы анализа данных. Например, в системах с большим количеством картографических данных обычно используются так называемые «галереи» или «библиотеки данных», в которых в виде каталога представлена часть метаданных по формату ISO 19115, и приводится «врезка» обзорной мелкомасштабной карты, содержащей район исследования. В системах, обрабатывающих данные наблюдений в виде временных рядов, для выборки используются запросы с интервалами по времени и пространству одновременно.

Для геоморфологического анализа критичным в разработке полноценной ГИС является широкое использование картографических данных различного масштаба, формата и проекций. Как видно из выше приведенных примеров это достаточно сложная задача, поэтому карты используют только как активную подложку, формирующую пользовательский интерфейс и основу для поиска данных. Для геоморфологии карты являются основной информацией. Поэтому для

наших задач необходимо иметь возможность легко оперировать с разномасштабными образами, создавая реальные многослойные объекты. Пока таких решений нет.

Создание тематического стандарта и систематизация данных способствуют переходу геоморфологии океанского дна на уровень высокоорганизованной дисциплины и расширяют возможности применения системного подхода в изучении подводного рельефа. Формирование геоинформационной системы по рельефу подводных гор это путь к внедрению в геоморфологию океанского дна ГИС-технологий, которые увеличивают разнообразие и надежность обработки количественных данных, повышают точность проводимых оценок и уверенность составляемых прогнозов. Организованное хранение данных о морфологии подводных гор и применение ГИС-технологий в анализе полезной информации расширяют круг ее использования в решении как фундаментальных вопросов геоморфологии и тектоники дна океана, так и проблем планирования и проведения экологических, поисковых, инженерно-геологических, промысловых и других работ.

Литература

1. Асавин А.М., Жулева Е.В. Основы построения стандарта метаданных по рельефу подводных гор //Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. № 2. Вып. № 14. С. 143-152.
2. Gerkema T., van Haren H. Internal tides and energy fluxes over Great Meteor Seamount // Ocean Sci. 2007. V. 3. P. 441–449.
3. Matthew J., Pruis H., Johnson P. Tapping into the sub-seafloor examining diffuse flow and temperature from an active seamount on the Juan de Fuca Ridge // Earth and Planet. Sci. Lett. 2004. V. 217. P. 379-388.
4. Trasviña-Castro A., Gutierrez de Velasco G., Valle-Levinson A. et al. Hydrographic observations of the flow in the vicinity of a shallow seamount top in the Gulf of California / /Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2003. V. 57. Is. 1-2. P. 149-162.
5. Zhuleva E.V., Asavin A.M. The development of the seamounts relief metadata's standard. IMDIS -2010, Paris, France. Book of Abstracts. Eds.M.Fichaut, V.Tosello. P.204-205.

БАЗА ДАННЫХ АКУСТИКО-ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Громашева О.С., Лысенко У.А.

*Учреждение Российской академии наук
Тихоокеанский океанологический институт
им. В. И. Ильичева ДВО РАН,
690041, Владивосток, ул. Балтийская, 43
т.: (423)231-23-67, ф.: (423)231-25-73,
E-mail gromasheva@poi.dvo.ru*

In this paper the problems of the creation of a database (DB) of acoustic data, collected as a result of experimental studies carried out in 2006-2011 in the Japan Sea shelf zone, provides the most effective data storing, solves a problem of structuring of experimental studies results, optimizes processing and the description of the results.

Методы получения данных по акустической томографии основываются на сложнейших многопараметрических экспериментальных измерениях для создания интегрированных моделей такой сложной системы как океан. Специфичность измерительной аппаратуры и методика измерений обуславливают способы и алгоритмы обработки и анализа данных. Основным свойством акустической информации является пространственная и временная привязка данных. Для изучения океанической среды методами акустической томографии проводится комплексные исследования, целью которых является изучение влияния океанической среды на структуру акустических полей в океане. Измерения проводятся на морском гидрофизическом полигоне, располагающемся в акватории м. Шульца (б. Витязь) в шельфовой зоне Японского моря. Для измерения гидрофизических характеристик акваторий акустическими методами необходимо измерять частотные и временные характеристики акустических сигналов. Для решения этой проблемы наиболее целесообразным является использование сложных фазоманипулированных сигналов.

При проведении экспериментальных измерений по исследованию свойств морской среды используется гидроакустическая система с применением поля дрейфующих радиогидроакустических буев (РГБ) и стационарно установленного или дрейфующего излучателя (излучателей). Процессы, характеризующие

распространение звука в морской среде, имеют разную скорость развития, в связи с чем некоторые из них рассматриваются как стационарный фон, а другие нуждаются в исследованиях разной периодичности, которая может меняться в широкой временной шкале. Результаты исследований накапливаются в единой информационной системе для последующего анализа. Обработка, анализ и сопоставление полученных в многолетних измерениях данных позволяют исследовать закономерности распространения звука в исследуемом районе. Эта проблема требует разработки информационных систем для структуризации и хранения данных.

Для создания такой системы необходимо:

- изучение методов проведения экспериментальных исследований;
- сбор фактографической информации о проведенных экспериментах за 2001-2011 г.г. по журналам и отчетам по экспедициям;
- разработка концептуальной модели системы хранения акустической информации;
- создание реляционной базы акустических данных, полученных в томографических измерениях.

Экспериментальные исследования по исследованию шельфовой зоны океана методами акустической томографии на акустико-гидрофизическом полигоне ТОИ ДВО РАН [1], проводимые в 2001-2011г.г., показали целесообразность разработки и создания информационной системы, реализованной пакетом программ «МАКЕТ».

Система предназначена для подготовки экспериментов по исследованию влияния гидрофизических и геоморфологических характеристик среды на свойства акустических сигналов методом дистанционного зондирования океана с приёмом сигналов полем радиогидроакустических буев (РГБ) на акустико-гидрофизическом полигоне мыс Шульца.

Основой пакета является акустико-гидрофизический банк данных, содержащий информацию по всем проведенным экспериментальным измерениям. Ядро акустико-гидрофизического банка данных составляет разрабатываемая база данных акустических измерений. Такая БД должна отвечать общим требованиям:

- минимальная зависимость от аппаратуры;
- простота и легкость перенастройки на новые аппаратные средства;

- возможность дополнения при расширении области исследования;
- доступный и интуитивно-понятный интерфейс с пользователем.

Кроме того, она должна соответствовать и специфическим требованиям, связанным с особенностями акустико-гидрофизических данных и применяемой аппаратурой.

Функционально базу знаний акустических экспериментов можно разделить на три части:

- блок ввода информации,
- банк данных,
- блок анализа данных.

Все части независимы друг от друга и объединены единой структурой и формой хранения информации. На уровне пользователя информация доступна в виде акустико-гидрофизических параметров, таких как амплитуда, интенсивность и фаза сигнала, их спектры, корреляционные и другие функции статистической обработки данных.

Блок ввода обеспечивает ввод, сортировку, предварительную обработку и накопление поступающей информации как в режиме реального времени (температура, акустическое давление, скорость течения), так и по мере поступления (соленость, давление, волнение и другие параметры). Непосредственный ввод акустических данных в компьютер осуществляется через аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Предварительная обработка поступающей информации сокращает объем физически накапливаемых данных и позволяет проводить многосуточные эксперименты. Для достоверной интерпретации результатов исследований необходимо учитывать погодные условия и состояние водной поверхности (эти параметры вводятся в базу данных после окончания эксперимента).

База данных включает в свой состав:

- информацию об эксперименте (дата, судно, условия проведения);
- параметры эксперимента;
- акустико-гидрофизические данные (результаты гидроакустических измерений);
- систему управления базой данных для централизованного управления данными, хранимыми в базе и доступа к ним;
- пакеты прикладных программ (ППП) для регистрации, обработки, систематизации и хранения информации.

Блок анализа данных включает функции исследования предметной области, корректировки и визуализации данных. Корректировка данных, осуществляемая как в автоматическом, так и в ручном режимах, позволяет устранять сбойные значения.

Реляционная модель БД акустических экспериментов включает представления элементов эксперимента, их взаимоотношения, связи, условия функционирования и т.д., описанные набором понятий: «объект», «событие», «характеристика объекта», «характеристика события». Объектом в данном случае является поле «Ссылка на бинарный файл». Событием является любой факт или действие, которое происходит с поименованным объектом в определенный момент или интервал времени. В нашем случае осуществлялась регистрация испущенного сигнала с принятием сигнала и записью в бинарный файл. Характеристиками объекта являются все поля, содержащие исходную информацию об испущенном сигнале – дату и время эксперимента, количество работающих буев, номера буев, включенных в эксперимент, прочие исходные условия данного испускания сигнала. Характеристиками события являются поименованные признаки из всей совокупности признаков, описывающих событие определенного класса. В нашем случае это те данные, которые сопровождают регистрацию сигнала, им присваиваются значения, однозначно характеризующие событие, произошедшее с определенным объектом.

№ рейса	Количество РГБ	М-последовательность	Параметры записи	Спектрограммы
Таблица Строка Столбец	Отношение Кортеж Атрибут	Файл данных Запись Поле	Файл данных Запись Поле	Объект Экземпляр данных Атрибут

БД отвечает общим требованиям: минимальная зависимость от аппаратуры; простота и легкость перенастройки на новые аппаратные средства; возможность дополнения при расширении области исследования; доступный и интуитивно-понятный интерфейс с пользователем. БД соответствует специфическим требованиям, связанным с особенностями акустико-гидрофизических данных и применяемой аппаратурой.

Информационные системы с использованием метаданных могут быть использованы не только для решения первостепенной задачи

управления информацией, но и для решения родственных локальных задач, возникающих на определенных этапах научной деятельности

Литература

1. Громашева О.С., Кошелева А.В., Лысенко У.А. Мета модель базы данных акустико-гидрофизических измерений в шельфовой зоне Японского моря//Сб.тр. научн.конф., посв 100-летию со дня рожд. А.В.Римского–Корсакова. М.ГЕОС, 2010, с.167-169.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА ГЛОБАЛЬНЫХ ВЕКОВЫХ ПОЛЕЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Бышев В.И., Серых И.В.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36
+7(916)1140969, iserykh@gmail.com*

Program complex for a quantitative estimation of variability of the basic climate parameters and the spatio-temporal analysis of global century-long fields of hydrometeorological characteristics was developed and introduced into Laboratory of large-scale variability of hydrophysical fields of P.P.Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences.

Для количественной оценки изменчивости основных климатообразующих параметров и соответствующего их анализа создан пакет программ обработки данных. Он внедрен и используется для практической работы в Лаборатории крупномасштабной изменчивости гидрофизических полей Института океанологии имени П.П. Ширшова РАН.

Создание специального пакета программ обусловлено многообразием решаемых задач с использованием вековых глобальных полей и тем, что методы, позволяющие проводить необходимые вычисления, требуют адаптации к данной сфере исследования. При создании предлагаемого программного пакета выбран язык программирования С, который является системным языком низкого уровня, то есть он ближе к Ассемблеру, чем

высокоуровневые языки. Хотя это несколько усложнило процесс программирования, но позволило оптимально реализовать контроль проводимых вычислений.

В качестве основных входных данных предполагается использование подготовленных английским центром Met Office Hadley глобальных среднемесячных полей атмосферного давления на уровне моря (Allan, Ansell, 2006) и приповерхностной температуры (Brohan et al., 2005), представляющих собой среднемесячные значения, распределенные в узлах регулярной пятиградусной сетки, а так же глобальных среднемесячных полей ветра (NCEP/NCAR Reanalysis) на сетке $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ (Kalnay et al., 1996).

Пакет состоит из оригинальных программ, каждая из которых содержит ряд модулей. Некоторые из них являются стандартными и входят в каждую из программ. К стандартным относятся: считка данных, подготовка временных рядов и полей к анализу, их регуляризация и упорядочивание, контроль качества информации. Специализированные модули уникальны для каждой из программ, являются сложными, многофункциональными и состоят из группы простых. Перечислим специализированные модули, их назначения и решаемые ими задачи.

Оценка изменчивости глобальных климатических полей на некотором временном интервале путем расчета разности соответствующих средних полей. Здесь выполняется композиционный анализ, фильтрация полей, осреднение, выделение регулярного («климатического») сезонного хода путем вычисления среднемесячных многолетних значений по всему временному интервалу. Расчет геострофического ветра по полю атмосферного давления.

Расчет и построение пространственно-временных диаграмм. Программа выполняет расчет диаграмм исследуемой характеристики в определенном регионе за заданный период времени.

Первая производная. Программа осуществляет оценку коэффициентов полинома первой степени, аппроксимирующего скорость изменения исследуемой характеристики в каждой точке исходного дискретного поля. При этом рассчитывается знак и величина коэффициента, выражающего линейный тренд, т.е. среднюю скорость изменения параметра.

Вторая производная. Программа выполняет оценку коэффициентов полинома второй степени, аппроксимирующего изменения исследуемой характеристики в каждой точке дискретного поля. При этом рассчитывается знак и величина коэффициента a_1

полинома второй степени, выражающего кривизну и направление ветвей параболы, т.е. среднее ускорение изменения характеристики.

Взаимный спектральный анализ. Программа предназначена для авто- и взаимного спектрального анализа рядов, оценки корреляционных функций. Входными данными являются 2 ряда. Выходными данными – корреляционные функции, автоспектры, взаимные спектральные функции, когерентность и фазовые соотношения.

Распределение дисперсии. Программа предназначена для расчета поля распределения дисперсии исследуемой характеристики путем интегрирования функции спектральной плотности, рассчитанной в каждой точке дискретного поля в пределах определенных частотных диапазонов (f_{n-1}, f_n) .

Для определенности остановимся на использованной в пакете программ технологии расчёта спектральной плотности дисперсии случайной функции. При описании её алгоритма обозначения являются общепринятыми.

Предполагается, что на временном интервале (t_0, t_k) выполнен ряд измерений некоторого случайного процесса $\{x(t)\}$ с дискретностью по времени $\Delta t : \{x(t_i) = x(t_0 + \Delta t \cdot i), i = 0, 1, 2, \dots, N-1\}$.

Для случайной функции $x(t_i)$, заданной на дискретном множестве, можно определить её среднее значение

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x(t_i) \quad (1)$$

и автокорреляционную функцию на интервале $[0, M \leq N]$ в предположении, что случайный процесс является стационарным и $\tau = 0, 1, 2, \dots, M$

$$R_x(\tau) = \frac{1}{N - \tau - 1} \sum_{i=0}^{N-\tau-1} (x(t_i) - \bar{x})(x(t_{i+\tau}) - \bar{x}). \quad (2)$$

Поскольку с увеличением τ случайные колебания автокорреляционной функции значительно возрастают, то с целью ослабления их влияния использована весовая функция Тьюки:

$$h(\tau) = \frac{1 + \cos \frac{\pi\tau}{M}}{2}. \quad (3)$$

Оценочная функция спектральной плотности имеет вид:

$$\widehat{S}_x(\omega_n) = \frac{2}{\pi} \Delta t \sum_{\tau=0}^M a_\tau R_x(\tau) h(\tau) \cos(\omega_n \tau \Delta t), \quad (4)$$

где $\omega_n = 2\pi f_n$, $n = 0, 1, 2, \dots, M$, $a_\tau = 1/2$ при $\tau = 0$ и $a_\tau = 1$ при $\tau \neq 0$.

В качестве примера вычисления спектра колебаний ТПО с использованием пакета программ рассмотрим Рис. 1. В спектре до удаления регулярного сезонного хода отчетливо видны пики годовой, полугодовой и гармоник более высокого порядка. После удаления регулярного сезонного хода они исчезают, однако, пики, характеризующие межгодовые (от 1 года до 10 лет) и междекадные (более 10 лет) возмущения, остаются без замеченных изменений. Как видно, использованная в пакете программ процедура позволяет эффективно разделить регулярный сезонный ход и нерегулярные внутригодовые, межгодовые и междекадные изменения.

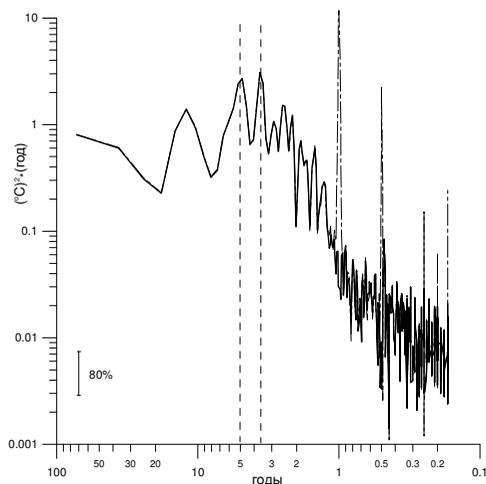


Рис. 1. Спектры колебаний ТПО в регионе 5°с.ш.-5°ю.ш., 170°-120°з.д. (Niño 3.4) за 1900-2010 гг. Спектр до удаления регулярного сезонного хода обозначен прерывистой линией, сплошной – после. Пунктирной линией выделены пики 5 лет и 3,6 года, относящиеся к Эль-Ниньо. Слева внизу приведён 80% доверительный интервал.

Пакет зарегистрирован в Реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011613323).

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009 - 2013 годы, государственный контракт П1224 от 07.06.2010, проект "Океанический фактор глобальной изменчивости современного климата".

Литература

1. Allan, R. J. and Ansell, T. J. 2006: A new globally-complete monthly historical gridded mean sea level pressure data set (HadSLP2): 1850-2004, *Journal of Climate*, 19, 5816-5842.
2. Brohan, P., J.J. Kennedy, I. Harris, S.F.B. Tett and P.D. Jones, 2006: Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. *J. Geophysical Research* 111, D12106, doi:10.1029/2005JD006548.
3. Kalnay et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 1996. V. 77. P. 437-470.

ПАКЕТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРЕННИХ ВОЛН

Зимин А. В., Муравьев Е.В.

*Санкт-Петербургский филиал Института океанологии
им. П.П. Ширшова РАН (СПбФ ИО РАН)
Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров,
1-я линия, д.30
телефон (812) 3285759, e-mail zimin2@mail.ru*

This paper presents specialized computer program product for oceanography data management observed in surveys on research of internal waves. Database, calculation methods, elementary modeling and visual presentation of spatial information usage are combined on function level. The computer program product is used successfully in research work.

Основная цель океанографических работ в ходе проведения специализированных исследований внутренних волн (ВВ) – это сбор и первичная обработка большого объема информации об изменении положения пикноклина. Эти данные получаются, как правило, с использованием не стандартного оборудования методики. Например, для определения характеристик ВВ в точке часто используется метод сканирования, а для исследования направления и скорости их распространения измерения с разнесенной по пространству системы датчиков. При этом основной задачей информационного обеспечения

является организация обработки и хранения и представления огромного количества разнородных данных поступающих от различных измерительных комплексов и систем позиционирования. Для исследователя, в этой связи необходима возможность интеграции в единый массив собираемых данных для проведения оперативной обработки поступающей информации.

В настоящее время не решенной проблемой информационного обеспечения специализированных наблюдений является отсутствие простого интерфейса для поступающей информации, вследствие чего необоснованно усложнена процедура обмена данными между различными программами, а камеральная обработка данных и их представление требует особой подготовки специалиста. Все это вынуждает пользователя выполнять большой объем непроизводительной работы, вследствие чего существенно замедляется анализ данных.

Исходя из вышесказанного, оперативный режим обработки, интерпретации и вывода информации потребовал создания новых программных продуктов, отличающегося тем, что все перечисленные задачи выполняются в едином комплексе.

Пакт разработанного программного обеспечения включает три основных программы:

1. «Convertor_txt». Программа предназначена для конвертирования данных натуральных гидрофизических измерений проведенных различным парком приборов одновременно в унифицированный формат для дальнейшей работы. Разнородные данные, полученные в результате комплексных измерений, приводятся к единому шагу по времени, снабжаются географической привязкой и легендой событий. Полученные объединенные сведения конвертируются в текстовые файлы с выбором разделителей для дальнейшей статистической обработки.

2. «Detect_WW». Программа предназначена для обработки данных, получаемых в ходе полигонных экспериментов по исследованию морских внутренних волн. Входными данными являются сигналы, поступающие от разнесенных в пространстве заборных измерительных систем. Сигналы нормируются и приводятся к заданной дискретности по времени. На выбранном интервале регистрации выполняется фильтрация и расчет взаимной корреляционной функции между каналами, на основе которой определяется наличие ВВ и время задержки их регистрации между каналами. Это позволяет определить амплитуду ВВ, направление их прихода и скорость распространения.

3. «Skan_CTD». Программа предназначена для обработки текстовых файлов, содержащих данные сканирования по глубине. Входными данными являются результаты измерения давления, температуры, электропроводности и других параметров. Программа производит выделение из общего массива данных об опусканиях зонда, производит контроль их на выбросы и интерполяцию с заданным шагом. По полученным данным строятся временные разрезы. На них можно отследить глубину залегания характерных слоев. Для выбранной изолинии определяется глубина ее залегания и производится спектральный анализ. Это позволяет определить модовый состав колебаний, а также характеристики ВВ в данной точке. Полученные результаты выводятся в виде графиков и текстовых данных.

Программы функционируют в операционных системах, начиная с Microsoft Windows XP. Они конструктивно состоят из набора отдельных модулей, функционально разделяющихся на файлы хранения данных и служебные. Пакет программ имеет доступный русскоязычный интерфейс, простую и гибкую систему графического представления информации, позволяет импортировать данные из большого числа форматов.

Первая версия пакета программ увидела свет в 2010 г. и прошла успешное тестирование в рамках специализированных экспериментов по исследованию ВВ выполняемых СПбФ ИО РАН в Белом море. С этого момента программный комплекс постоянно совершенствуется с учетом потребностей пользователей. Пакет программ использовался еще в трех специализированных экспериментах, причем работы проводились с различным океанографическим инструментарием. Простота интерфейса и надежность функционирования программ позволяет эксплуатировать их даже студентам.

В целом успешный, опыт практического использования пакета специализированного программного обеспечения позволяет утверждать, что универсализация методов ввода и обработки информации позволяет не зависеть от используемых измерительных комплексов и оперативно контролировать и обрабатывать результаты экспериментов.

БАЗА ДАННЫХ «ПОДВОДНАЯ ТЕХНИКА»

Зарецкий А.В.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117997, Москва, Нахимовский проспект д.36,
тел.: 8(499) 129-27-45, e-mail: zaretsky@ocean.ru*

The underwater equipment database “Underwater Technology”.

Создание современных конкурентноспособных подводно-технических средств исследования и освоения океанов и морей в условиях глобализации информационных технологий невозможно без многостороннего и ретроспективного анализа мирового опыта разработки прототипов и аналогов подводного оборудования. Кроме того, тщательный анализ проведения подводно-технических и аварийно-спасательных работ, подводных исследований позволяет сформулировать новые нетрадиционные способы решения поставленных задач.

Целью создания базы данных (БД) по подводной технике является обобщение мирового опыта конструирования и применения подводной техники в виде доступного информационного ресурса и разработка инструмента для работы с ним.

Область информационного охвата всего многообразия подводно-технических средств ограничивается подводным аппаратостроением малого водоизмещения, стационарными и подвижными измерительными системами, их основными компонентами. Временной интервал ограничен периодом начала активного развития подводной техники - середины XX века и по нынешний день. Диапазон глубин применения техники составляет в основном от 0 до 6000 м. Акватория использования – прибрежная зона и Мировой океан. Источниками информации являются открытые информационные ресурсы.

Выделенное множество подводно-технических средств классифицируется по следующим категориям: тип оборудования (подводный аппарат, измерительная система и др.); базирование (автономное, судовое, донное, прибрежное, подводный носитель и др.); подвижность (самоходный, буксируемый, стационарный и др.); область действия (поверхность, толща воды, донный, комбинированный); применение (технологическое, исследовательское, поисковое и др.); состояние (действующий, выбыл из эксплуатации,

проект и др.); управление (неуправляемый объект, ручное, телеуправление, автоматическое и др.); обитаемость (с человеком на борту, необитаемый); отношение к структуре (структура, компонент структуры, связь, агрегат и др.) и некоторые другие категории. Схема условной классификации, например, по типам подводных аппаратов (ПА) приведена на рис. 1.

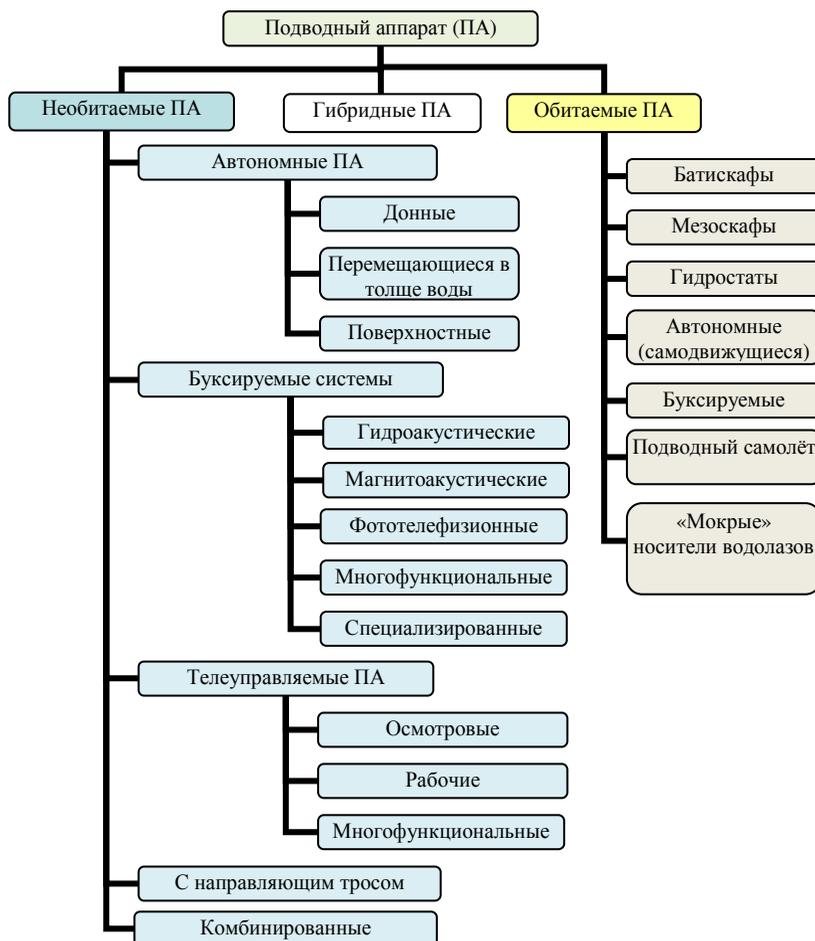


Рис. 1. Примерная классификация типов подводных аппаратов

Данные оформляются в виде реляционной БД с использованием объектных модулей (фотографий, графиков, видео, текстовых материалов для иллюстрации хранимых данных и описания наиболее значимых подводных операций). Коллекция дополняется списком используемых источников информации - литературы и ссылок на Интернет-ресурсы. Дополнительно сформированы справочники атрибутов хранимой информации. Состав этих справочников, например для подводных аппаратов, следующий:

Справочники основных тактико-технических характеристик ПА:

- диапазоны работы по глубине;
- формы (тип конструкции) ПА;
- габариты и водоизмещение (или масса);
- схемы расположения движительно-маневрового комплекса;
- способы управления движением;
- буксировочные схемы (для буксируемых ПА);
- способы обеспечения энергией ПА;
- системы передачи данных;
- аварийно-спасательные системы ПА;
- типы применяемого основного кабель-троса (для привязных ПА);
- конструкции узла подвески (для привязных ПА);
- способы стабилизации движения (для буксируемых аппаратов);

и другие.

Справочники используемого на подводных аппаратах измерительного оборудования:

- средства навигационного обеспечения;
- фотосистемы;
- телевизионные системы;
- светильники;
- магнитометры;
- датчики радиоактивности;
- гидрофизические датчики;
- акустические профилографы (Sub-bottom Profiler) ;
- гидролокаторы бокового обзора (Side Scan Sonar) ;
- пилотажные датчики;

и некоторые другие.

Общие справочники:

- страны производителя оборудования (или его эксплуатации);
- справочник городов;

- министерства/ведомства;
- организации-разработчики (или эксплуатации).

Содержание справочников во многом отражает общие закономерности в конструкциях подводных аппаратов.

В качестве варианта программной реализации этого проекта выбрана СУБД MS SQL Server 2005 с архитектурой «клиент-сервер». Структура БД является стандартной для реляционных баз: таблицы с тактико-техническими данными по каждому типу оборудования и справочники категорий. Выборка информации производится по запросам на языке SQL, которые формируются с помощью клиентской программы.

Параллельно ведется работа по созданию WEB-приложения для публичного доступа к хранимым материалам.

БД «Подводная техника» может представлять интерес для разработчиков подводного оборудования, студентов и аспирантов, а также для всех, интересующихся историей и закономерностями развития подводных технологий.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЕСЕННЕЙ СЕЗОННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТЕРМОХАЛИННОЙ СТРУКТУРЫ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ: ТЕСТЫ НА РЕГУЛЯРНОЙ СЕТКЕ, СИСТЕМЕ ВЛОЖЕННЫХ СЕТОК И ГИБКОЙ СЕТКЕ

Степанова Н.Б.

*МФТИ, г. Долгопрудный, Институтский переулок д. 9,
8(926)5655977, nata_chu@mail.ru*

Numerical simulation results of MIKE3-FlowModel obtained using three different numerical grids (rectangular regular grid, nested grids, flexible mesh) are compared. The test situation reproduces early spring warming in the Gulf of Gdansk (the Baltic Sea). It is shown that nested grids and flexible mesh – grids allowing more detailed description of shallow-water areas - are obviously preferable for the given problem, since they better reproduce thermal and dynamic behavior of water above sloping bottom.

Проводится сравнение результатов трёх вариантов численного моделирования на модели MIKE3-FlowModel (www.dhi.dk) тестовой

ситуации, воспроизводящей ранневесенний прогрев в Гданьском заливе Балтийского моря. Целью работы является выяснение, какая из численных сеток – прямоугольная регулярная, система вложенных сеток или гибкая сетка – позволяет наиболее адекватно воспроизвести изменение вертикальной термохалинной структуры и динамику вод в прибрежной зоне. В качестве тестового выбран прямоугольный бассейн 95 км × 15 км, батиметрия которого воспроизводит поле глубин на стандартном разрезе мониторинга ЛУКОЙЛ вдоль Российско-Литовской границы через месторождение Д6 (рис. 1а). Шаг сеток по вертикали выбран одинаковым – 1 м; шаг интегрирования по времени – 30 сек. Период моделирования – с 1 февраля по 1 мая. За основу начальных полей распределения температуры и солёности взяты их вертикальные профили из климатической базы данных [2], рис. 1б.

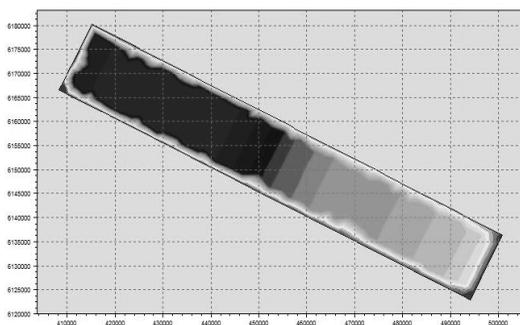


Рис. 1. Батиметрия и положение тестового бассейна воспроизводят поле глубин разреза мониторинга ЛУКОЙЛ; минимальная глубина - 1 м, максимальная – 83 м.

Выбирался негидростатический вариант расчёта MIKE3 (детали см. в [1]) с учётом влияния вращения Земли; параметризация горизонтального и вертикального турбулентного обмена выбиралась в формулировке Смагоринского. Специальной калибровки решений на различных сетках не проводилось: величины коэффициентов вязкости и трения о дно принимались по умолчанию; трение ветра отсутствовало. Использовались метеоусловия (температура воздуха, скорость ветра) для соответствующего периода 2006 года (сайт www.gr5.ru). Верификация и оценка решений проводилась на данных рейсов НИС «Проф. Штокман» в марте и мае 2006 г.

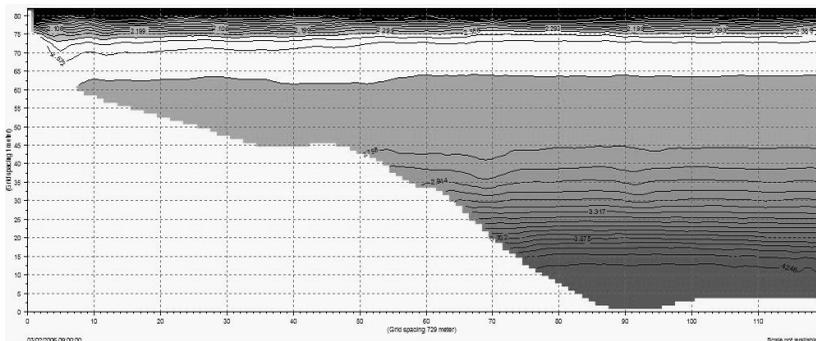


Рис. 2. Вертикальный разрез в поле температуры воды на 2 май 2006 г. Белым – холодный промежуточный слой. Решение на регулярной прямоугольной сетке.

Анализируются изменения полей температуры, солёности и скорости течения. В целом, решение на всех сетках воспроизводит формирование холодного промежуточного слоя к маю (рис. 2). Анализ развития горизонтальной (к берегу) компоненты скорости течения показывает (рис. 3), что развитие и «приспособление» модели на сетке такого масштаба требует около месяца. Рост же температуры воды в поверхностном слое начинается с середины марта, что несколько запаздывает (примерно на 1 неделю) по отношению к среднемноголетним натурным наблюдениям.

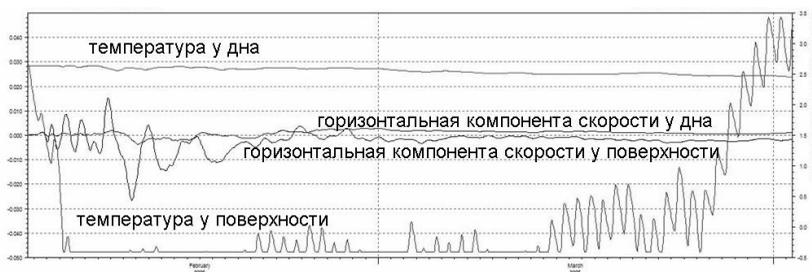


Рис. 3. Изменение температуры и горизонтальной компоненты скорости у поверхности и у дна в глубокой части бассейна в течение первых двух месяцев моделирования.

Сравнение решений на разных сетках указывает, что для более адекватного моделирования термики и динамики вод в бассейнах со

склоном лучше использовать численные сетки, позволяющие детализировать решение на мелководьях (вложенные сетки, гибкие сетки). Применение обычных регулярных сеток в рассматриваемой задаче приводит к формированию заниженных градиентов температуры воды по горизонтали, меньшим скоростям обменных течений и, в результате, к образованию менее выраженного, неглубоко залегающего холодного промежуточного слоя.

Работа выполнена при поддержке РФФИ грант № 11-05-90737.

Литература

1. MIKE3 – User Guide. 2005. DHI Water & Environment. DHI Software.
2. State and Evolution of the Baltic Sea, 1952-2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment (2008) Eds: Feistel R, Naush G, Wastmund N. J Wiley & Sons.

ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ В КОМПЬЮТЕРНОМ ТРЕНАЖЁРЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Егоров С.А., Куценко А.С., Вельтищев Вит.В.

*НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, г. Москва,
Госпитальный пер., д.10, тел./факс: (499) 263-61-15,
e-mail: sm42@sm.bmstu.ru*

В докладе Куценко А.С., Егорова С.А., Вельтищева Вит. В. “Организация сетевого взаимодействия в компьютерном тренажёре для подготовки операторов телеуправляемых подводных аппаратов” (см. настоящий сборник) дана общая информация о составе разработанного в НИИСМ компьютерного тренажёра для подготовки операторов ТПА. Формирование учебных заданий (учебных миссий) и оценка действий операторов в ходе их выполнения реализуется в программе “Инструктор”.

В инструкторе при создании миссии решаются следующие задачи: выбор района миссии на карте акватории, отображение карты

района миссии, поддержка различных типов подводных объектов, размещение ТПА и объектов на карте, задание параметров ТПА, других систем комплекса и среды, сохранение миссий в файл с возможностью последующей загрузки, передача программам тренажёра конфигурации миссии, диагностика состояния программ тренажёра.

При выполнении миссии дополнительно решаются следующие задачи: мониторинг положения ТПА, оценка работы оператора с рабочими органами аппарата, запуск и приостановка хода миссии, переключения между программой пульта управления ТПА и программой инструктора, размещение новых подводных объектов и изменение параметров миссии.

Для удобства оценки действий операторов пультов управления ТПА и гидроакустики автоматически ведётся журнал событий миссии. В журнал записываются основные события текущей миссии: изменения конфигурации миссии, ошибки операторов, неисправности систем, результаты работы с рабочими органами ТПА. Для каждого события запоминаются параметры пультов управления. Так же в журнал пишутся сообщения о состоянии программ тренажёра (пропадание/восстановление связей с программами). В окне итогов также отображаются общие данные о миссии. Для журнала, как и для миссии, доступны функции сохранения и загрузки из файла.

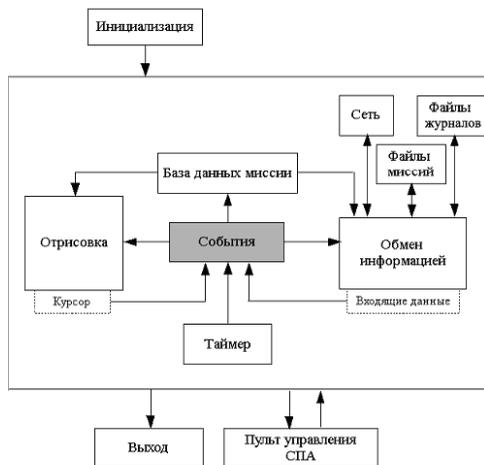


Рис. 1. Структурная схема программы “Инструктор”

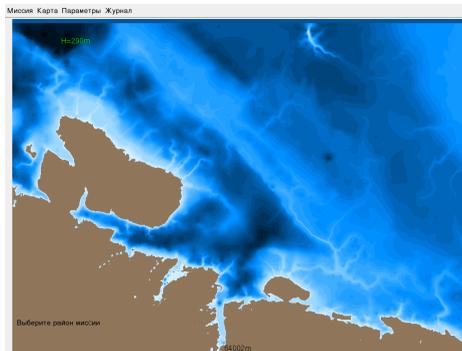


Рис. 2. Карта акватории для выбора района миссии

Структурная схема программы показана на рис. 1. При старте программы инициализируются основные блоки: база данных миссии, отрисовка, обмен информацией. Программа работает в цикле, анализируя действия оператора-инструктора обучения и входящие сетевые сообщения. В зависимости от них выполняются функции основных блоков. Связи между блоками обеспечиваются системой событий библиотеки Qt.

На рис. 2 показан вид карты акватории, на которой выбирается район миссии.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА В ОБЛАСТИ МОРСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Сычев В.А., Никитин Г.А.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Москва, Нахимовский проспект, 36,
Тел. 8(495)719-00-35, e-mail: gbo@mail.ru*

The basic stages are considered of the information platform creation in the field of the sea and underwater technologies, including preparation at the first the paper version and electronical version of the handbook in the said field. Then the last handbook versions are transformed on the basis of use the Internet technologies to the base data that is presented on the Internet site.

Идея создания информационной платформы в области морских технологий возникла в процессе работы над справочником по техническим средствам изучения Мирового океана [1]. Данный справочник включает разделы, содержащие краткую техническую информацию по основным техническим средствам изучения Мирового океана, а также сведения об основных отечественных и зарубежных фирмах – разработчиках указанных технических средств, представленных на рынке.

Информация в справочнике представлена в виде таблиц, позволяющих пользователю оперативно находить необходимые сведения, а в случае их отсутствия - обращаться на сайты фирм-разработчиков по адресам, указанных в справочнике. По каждому из направлений даны экспертные оценки тенденций в развитии технических средств, сделанные, в частности, на основе опубликованных обзоров, аналогичные работе [2].

Существенным недостатком данного издания является его малый тираж, что делает его малодоступным для широкого круга специалистов, занятых в области морских и подводных технологий. Более того, в связи с постоянной сменой номенклатуры технических средств и фирм, занятых их разработкой в данной области, приведенная в справочнике информация быстро устаревает.

Следует отметить, что с аналогичными проблемами сталкиваются и традиционные информационные издания, такие, например, как РЖ ВИНТИ РАН. Наблюдающееся в последнее время падение тиража отдельных томов до нескольких десятков, сопровождающееся совершенно неприемлемым ростом стоимости подписки, сужает доступ к ним специалистов практически до нуля [3].

Для устранения указанных недостатков книжного варианта справочника была подготовлена его электронная версия, некоторые разделы которой были размещены в Интернете [4, 5], что позволило вплотную подойти к работам по созданию информационной платформы в области морских и подводных технологий, в задачи которой входило бы информационное обеспечение специалистов в указанной области.

Предполагается, что в результате этой работы содержание банка данных, размещенного на указанном сайте, будет периодически пополняться на основе публикаций в отечественной и зарубежной печати и обмена данными с аналогичными зарубежными информационными платформами [6, 7]. Следует отметить наличие проблем, связанных с финансированием работ по поддержанию данной информационной платформы, которые на данном этапе удается

решать с помощью спонсоров, заинтересованных в расширении рынка и областей применения технических средств изучения Мирового океана.

Литература

1. Справочник технических средств изучения параметров природной среды Мирового океана. С.-Петербург, 2010 г.
2. Сычев В.А., Римский-Корсаков Н.А. Перспективные направления разработки и применения гидроакустических средств для поиска, идентификации, обследования и мониторинга ППО. Сб. «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций». Москва. 2010. С. 188-202.
3. Шамаев В. Реферативный журнал ВИНТИ РАН и проблемы информационного обеспечения российской науки. Троицкий вариант. №18, с.10-11.
4. <http://www.incseatech.ru/>.
5. Никитин Г.А., Сычев В.А. Опыт анализа инновационной активности в области морских и подводных технологий. С.-Петербург. 2011.
6. <http://www.hydro-international.com/>
7. <http://www.sea-technology.com/>

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ РАСЧЕТОВ И ИССЛЕДОВАНИЙ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОСОЛЕННЫХ ВОД

Лискин В.А., Руссак Ю.С., Пронин А.А.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, Нахимовский пр., д. 36,
тел: (499) 1245996,
факс: (499) 1245983, E-mail: liskin@ocean.ru*

The special computer program was designed for salt solutions parameters calculations and their properties investigations. Content and algorithm of this program is discussed.

Разработанный пакет программ предназначен для обработки данных, получаемых от многоканального измерительного комплекса,

обеспечивающего сбор данных и контроль параметров хлоридно-натриевых растворов высокой (до 317 г/л) концентрации.

Комплекс программ, обеспечивает поддержку процесса сбора и обработки данных о параметрах высокосолёных вод - электропроводности, температуры, гидростатического давления, получаемых многоканальным измерительным комплексом. В его состав входят нижеперечисленные прикладные и служебные программы.

Программа реализации процесса сбора в реальном времени данных гидрофизических параметров высокосолёных вод, включая расход.

Программа формирования матрицы данных, размерностью $M=m*n$, где m - число строк, n - число столбцов по результатам калибровки. Эти параметры определяются числом используемых калибровочных образцов и диапазоном температур. Каждая строка соответствует показаниям электропроводности с одинаковой температурой и заданной дискретностью, а каждый столбец соответствует образцу рассола с заданной величиной концентрации.

Программа цифрового и графического представления исходных данных калибровки и рассчитанных матриц, а также служебная программа графического представления зависимостей показаний электропроводности от температуры при различных концентрациях рассолов.

Программа расчета концентраций рассолов по измеренной электропроводности и температуре на основе калибровочных матриц данных.

Служебная программа расчета значений удельной электропроводности образцов рассола, расчета приращений значений концентрации, относительной и удельной электропроводности, расчета отношения приращений относительной и удельной электропроводности к приращениям концентрации. Строит графики этих зависимостей.

Служебная программа обработки данных по исследованию влияния компонентного состава рассолов на их электропроводность, выводит 5-ть графических окон, в которых приводятся по паре графиков, сопоставляющих исходные концентрации серий проб с разным компонентным составом и значения концентрации рассчитанных по измеренной электропроводности.

Служебная программа мониторинга процесса создания нескольких подземных резервуаров для хранения жидких и

газообразных углеводов, строящихся путем размыва куполов каменной соли (одно из направлений промышленного применения).

ОБОРУДОВАНИЕ И АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КИТООБРАЗНЫХ ПРИ АКУСТИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Шатравин А.В., Веденёв А.И., Кочетов О.Ю., Иванов В.Н.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Россия, 117997, Москва, Нахимовский пр-т, 36
Тел(499)124-72-90; Факс(499) 124-59-83.
e-mail: ashatravin@ocean.ru*

Algorithms for recognition of marine mammals' vocalizations are currently developed in the P.P. Shirshov's Institute of Oceanology, Moscow. Both neural network approach and algorithms based on image processing techniques are evaluated for possibility of use for real-time acoustic monitoring.

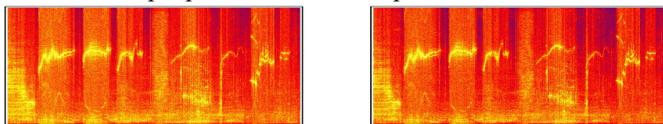
В настоящее время во всем мире проводится большое количество исследований, связанных с шумовым загрязнением океана. Постоянно растет интенсивность судоходства и строительных работ. Хотя регламентирующие допустимые уровни шума законодательные нормы находятся только в стадии разработки, вред акустического воздействия, наносимого промышленными источниками морским млекопитающим, не подвергается сомнению. В связи с этим особую актуальность приобретает задача одновременного мониторинга уровня промышленного шума и детектирования присутствия морских млекопитающих по их звуковым сигналам. Для этих целей в ИО РАН совместно с институтом ISEN (Брест, Франция) и компанией SINAY (Франция) ведется разработка автономного гидроакустического буя для синхронного акустического мониторинга районов строительства на морском шельфе. Донно-поверхностный буй обладает функциями записи сигналов, обработки их посредством встроенного программного обеспечения и передачи результатов обработки по спутниковому каналу связи.

Конструкция буя представляет собой два герметичных блока (поверхностный и донный) и набор датчиков. Поверхностный блок несет оборудование для спутниковой связи и модуль GPS. В донном

блоке находятся центральный процессор (модель PXA270 SBC фирмы VOIPAC), работающий под управлением ОС Linux, устройства хранения информации и усилитель. Производительность используемого процессора довольно низка, однако невысокое энергопотребление позволяет достичь желаемого времени автономной работы и делает такой выбор оправданным. При этом недостаток вычислительных ресурсов заставляет предъявлять особые требования к эффективности алгоритмов обработки сигналов.

Входящий аудиопоток разделяется посредством цифровой фильтрации на низкочастотный (до 2 кГц) и высокочастотный диапазоны, которые затем обрабатываются независимо. Такое разделение обусловлено тем, что максимум интенсивности промышленного шума обычно сосредоточен в полосе частот до 2 КГц, в то время как значительная доля энергии вокализаций для многих видов морских млекопитающих содержится на частотах выше 2 КГц. В полосе до 2 КГц измеряется среднеквадратичное значение уровня шума. Высокочастотный диапазон используется в целях обнаружения морских млекопитающих.

Первоначально предполагалась разработка алгоритмов обнаружения сигналов животных на основе корреляционных техник анализа спектрограммы как изображения. Однако мощности центрального процессора при стандартных алгоритмах вычисления БПФ не хватало даже на построение спектрограммы в реальном времени. В связи с этим был использован алгоритм, с представлением чисел с фиксированной точкой вместо плавающей. Используемая модель процессора не поддерживает операции с числами с плавающей точкой на аппаратном уровне, поэтому скорость вычислений увеличилась сразу на два порядка. При испытаниях на тестовых сигналах расчет одной итерации БПФ сегмента длиной 1024 отсчета при вычислениях с фиксированной точкой требовал в среднем 910 микросекунд против 168000 микросекунд при вычислениях с плавающей точкой. Точность расчетов при этом остается достаточной для работы со спектрограммой как с изображением:



Слева результат вычислений спектрограммы (акустические сигналы белухи) с плавающей точкой, справа – с фиксированной.

К сожалению, прямые методы распознавания изображений, основывающиеся на корреляционной функции, требуют недоступной для данного процессора мощности. Так, для вычисления двумерного дискретного преобразования Фурье изображения 1024 на 1024 точки необходимо порядка одной секунды. При достаточной для качественного анализа частоте дискретизации входящего сигнала и большом количестве изображений-эталонов это означает задержку по времени в несколько раз. Передача же спектрограмм для обработки на более мощный компьютер на берегу по спутниковому каналу невозможна ввиду низкой скорости радио модема.

Альтернативный подход основан на классификации сигналов посредством нейронных сетей. В качестве тестового набора записей были выбраны порядка 200 сигналов косаток (*orcinus orca*) и 400 сигналов афалин (*tursiops truncatus*).

Были опробованы двухслойные нейронные сети типов RBF и SVM. Обучающий и оценочный наборы данных содержали по 90 сигналов афалин и 70 сигналов косаток.

В качестве компонент входного вектора использовались определенные наборы коэффициентов оконного преобразования Фурье анализируемого сигнала либо коэффициенты вейвлет-преобразования посредством функций семейства *symmlet*. Составление входных наборов осуществлялось методами линейного дискриминантного анализа.

На первом этапе обучения сети топологии RBF происходит кластеризация обучающего набора. Были опробованы различные вариации метода *k*-средних (диаграмм Вороного), отличающиеся правилом принятия/отклонения обнаруженного кластера. В одном случае кластер принимался, если совокупность точек в нем удовлетворяла условию распределения внутри нормального шара, во втором случае на нормальность проверялась только главная компонента. Второй алгоритм оказался более гибким, так как позволял обнаруживать кластеры с малой внутренней размерностью и кластеры, расположенные в “сплюснутых” областях пространства.

Второй этап обучения заключается в поиске линейного оператора, минимизирующего определенную величину, характеризующую точность классификации векторов из обучающего набора данных.

Таким образом, используемую сеть RBF схематически можно представить следующим образом:

$$x=(x_1,\dots,x_n)\rightarrow(\varphi_0,\varphi_1(x),\dots,\varphi_k(x))=\Phi(x)\rightarrow A\Phi^T(x)=(y_1,\dots,y_m)=y.$$

Здесь k – количество кластеров; $\varphi_0=1$, $\varphi_j(x)$, $j=1,\dots,k$ – произвольная функция, монотонно убывающая при убывании евклидова расстояния от x до центра кластера с номером j (обычно используются Гауссовы ядра); m – количество классов на выходе; A – числовая матрица размера $m \cdot k$. Матрица A минимизирует сумму (по всем x_i из обучающего набора) квадратов евклидова расстояния между результатом работы сети $y(x_i)$ и значением вектора t_i , в котором все компоненты нулевые за исключением единицы на месте с номером, соответствующим классу, в котором лежит вектор x_i .

Оценочный набор данных служит для проверки эффективности работы сети.

Архитектура двухслойной сети SVM принципиально такая же, как и у RBF. Главное отличие состоит в том, что SVM “акцентирует внимание” не на центрах кластеров, а на их границах, разделяя кластеры гиперплоскостью, удовлетворяющей определенным экстремальным условиям.

На данный момент лучший результат распознавания, достигнутый с использованием архитектуры RBF и коэффициентов summlет вейвлет-преобразования, составляет 80% верно опознанных сигналов косаток при 75% верно опознанных сигналов афалин. Этот результат нельзя считать окончательным. Ведется поиск оптимальных параметров сетей, есть основания надеяться на значительное улучшение результатов. Большой объем доступных данных позволяет адекватно оценивать способности алгоритмов к обобщению, отсеивая случаи, когда высокие результаты определяются чрезмерной специализацией сетей под тренировочный набор.

Одной из основных задач разработки алгоритмов детектирования сигналов морских млекопитающих является поиск эффективного способа выделения содержательного сигнала из входного потока с как можно более точными границами по времени. Это особенно актуально при использовании вейвлет-преобразования, неинвариантного относительно сдвигов. Необходимо также рассмотреть случай наложения сигналов. Основным достоинством нейронных сетей является возможность проведения всех ресурсоемких процедур на мощном компьютере, а исполняемые алгоритмы не предъявляют высоких требований к вычислительной мощности.

Данные об уровнях шума и вероятности присутствия определенного вида морских млекопитающих передаются по спутниковому каналу для принятия решений о допустимости уровня акустического воздействия на животных в районе строительных работ.

Литература

1. A. Vedenev, O. Kochetov, D. Glazov, M. Bouzidi, G. Keryer, Y. Souami, "Satellite buoy for acoustical detection and classification of marine mammals to monitor industrial noise impact on them".
Материалы симпозиума "Passive 2010", Sea Tech Week г. Брест, Франция, июнь 2010 г.

ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ.

Дунчевская С.В., Шабалин Ю.В.

*Научно-производственное предприятие «Форт XXI»,
г. Королев, телефон +7 (495) 513-2463,
факс +7 (495) 505-37-14, e-mail: mail@fort21.ru*

New decisions on using of the equipment have been proposed and introduced and new programs for data processing of hydrographic researches have developed. Use of these decisions out has increased speed of performance of works and quality of the total information

Уже в течение нескольких лет на территории Российской Федерации проводятся работы по составлению электронных карт внутренних водных путей и шельфовой зоны. Для выполнения этих работ используются разнообразные комплексы оборудования и программного обеспечения. Диапазон используемого оборудования весьма широк: разнообразные однолучевые эхолоты, навигационные системы в различной конфигурации и широкий спектр программного обеспечения. В 2010-2011 годах НПП «Форт XXI» принимало активное участие в гидрографических работах по сбору первичной информации для создания электронных карт. С учетом собственного опыта в процессе выполнения сформировался комплекс оборудования и программных модулей, применение которого позволило увеличить скорость выполнения работ и повысить их информативность.

В состав съемочной части комплекса включаются промерный гидрографический эхолот, комплект навигационного оборудования, программное обеспечение судовождения и навигации и защищенный портативный компьютер. Причем, могут использоваться любые

модели эхолотов и навигационных приемников, передающие данные в СОМ-порт в формате NMEA-0183.

Данные с эхолота и навигационного приемника передавались в программу судовождения и навигации AquaScan, которая показывала траекторию и параметры движения промерного катера по галсам, отображала профиль дна и текущее отклонение от галса, корректируя работу судоводителя. В этой же программе формировалась сетка съемочных галсов с требуемым расстоянием между галсами. Для корректного построения цифровой модели рельефа требовалось определять положение нулевой изобаты. Традиционно съемка уреза воды выполнялась геодезическими методами, что требовало больших затрат времени. Для решения этой задачи в состав комплекса был дополнительно включен гидролокатор бокового обзора SportScan. Один из съемочных галсов прокладывался на минимальной безопасной глубине так, чтобы фиксируемая на ГБО линия уреза воды попадала в полосу обзора. Сервисный модуль GBO_Clic, разработанный для увеличения количества информации, извлекаемой из данных ГБО без использования дорогого программного обеспечения, позволяет определять координаты объектов, фиксируемых ГБО в любой точке полосы обзора с учетом глубины, наклонной дальности, направления движения судна, поправок на положение ГБО относительно навигационной антенны. Этот же модуль имеет функцию оцифровки береговой линии, причем ее координаты не только сохраняются в файл, но и сразу могут быть экспортированы в карту программы AquaScan. Точность определения координат линии уреза воды таким способом соответствует требованиям нормативных документов для гидрографических съемок соответствующих масштабов

Следующие задачи, для решения которых были разработаны программные модули: привodka данных к проектному уровню с учетом данных изменения уровня на нескольких водомерных постах; автоматическое построение отчетных планшетов с требуемым шагом изобат, частотой промерных точек, габаритной изобатой, объектами (см. рис. 1).

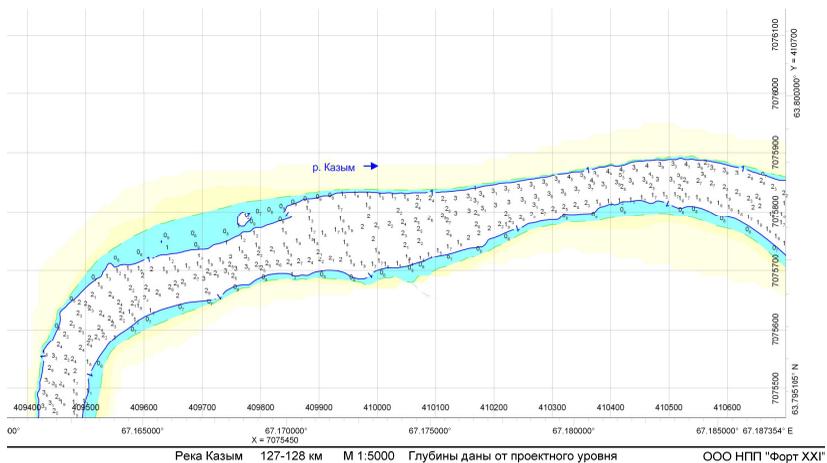


Рис. 1. Фрагмент итогового планшета.

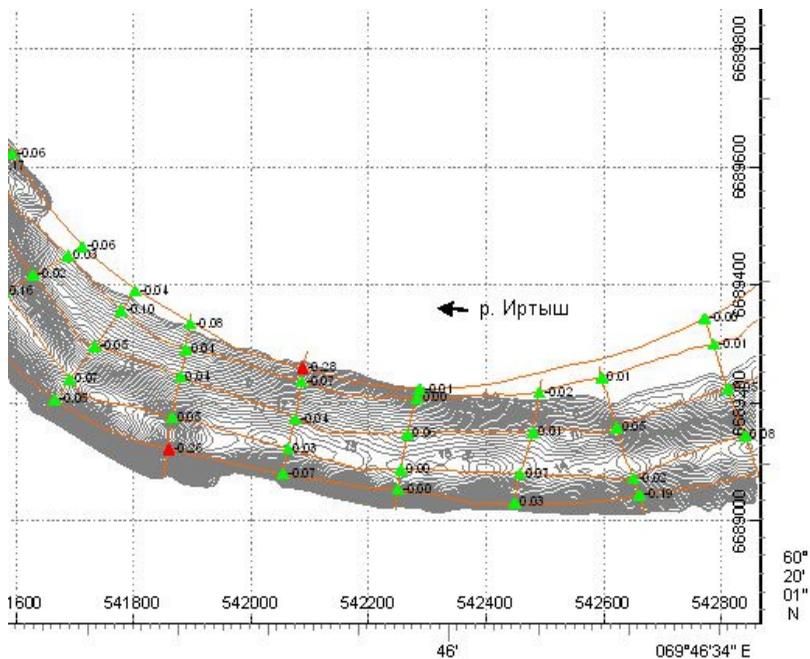


Рис. 2. Фрагмент графического отчета модуля сличения галсов.

Для контроля качества полевых данных был разработан модуль сличения галсов, в котором в соответствии с требованиями СП 11-104-97, ГКИНП-11-152-85 или произвольными критериями, задаваемыми пользователем, выполнялась оценка доли сверхнормативных расхождений глубин. При этом формируется подробный отчет в текстовой форме и в виде батиметрической карты с отображением значений расхождения глубин в каждой точке пересечения галсов и выделением сверхнормативных значений. Фрагмент плана сличения галсов показан на рис. 2.

В процессе обработки полевых данных было отмечено, что в зависимости от масштаба съемки межгалсовое расстояние составляет 50-250 м, при этом достаточно часто характерные элементы донного рельефа, отчетливо фиксируемые на поперечных профилях, при использовании стандартной процедуры построения ЦМР теряются. Для сохранения информации о существенных по размерам структурах донного рельефа была разработана утилита построения структурных линий по характерным точкам поперечных галсов с расчетом значений и сгущением. Использование этого метода позволяет учесть при создании ЦМР наличие донных структур и отобразить их на батиметрической карте.

Таким образом, в процессе выполнения гидрографических работ была разработана, доведена до законченных решений и внедрена технология выполнения съемки и обработки данных, которая позволила сократить трудоемкость работ и увеличить информативность получаемых результатов.

VI. ВОДОЛАЗНАЯ ТЕХНИКА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОВОДНЫХ ВОДОЛАЗНЫХ ПОГРУЖЕНИЙ

Яхонтов Б.О., Куренков Г.И.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997 Москва, Нахимовский проспект, д.36
тел. 8(499)124-79-92, E-mail: giper28@ocean.ru*

The analysis of technologies of the deep-water diving immersing based on methods of short-term and long stay in conditions hyperbaric is presented. Features of the technologies realized by means of coastal and various types of ship diving complexes are discussed.

Потребность в энергетических и минеральных ресурсах требует развития и совершенствования технологий глубоководных водолазных погружений. Но это порождает серьезные технические и организационные проблемы, которые заключаются в необходимости постройки дорогостоящих водолазных комплексов для многосуточного пребывания водолазов (акванавтов) в условиях повышенного давления и работы на грунте.

Глубоководные водолазные спуски и работы в настоящее время ограничиваются в основном глубинами до 300 - 400 метров и выполняются в основном на объектах морской разведки и добычи нефти и газа.

За последние 20-25 лет тенденции развития технологий водолазных спусков практически не изменились. По-прежнему основное внимание уделяется глубоководным погружениям методом длительного пребывания под повышенным давлением (ДП). Глубоководные водолазные спуски в зависимости от целей и задач в принципе могут осуществляться и методом кратковременных погружений (КП). Эти два метода отличаются друг от друга по многим параметрам: временным, глубинным, техническим, физиологическим, методическим, технологическим, экономическим.

Как показывает мировая практика, на водолазных объектах в зависимости от рабочих глубин и решаемых производственных задач применяются оба метода, включая при этом и подводные обитаемые и необитаемые аппараты, телеуправляемые роботы.

Водолазные спуски методом КП осуществляются из условий нормального давления окружающей воздушной среды. При этом время пребывания водолаза под водой в зависимости от глубины погружения находится в пределах от нескольких минут до нескольких часов, при этом не происходит полного насыщения тканей организма инертным газом. После работы водолаз проходит декомпрессию и возвращается в те же условия нормального давления. Весь цикл одного водолазного спуска на глубины до 60 метров методом КП, как правило, не превышает времени рабочего дня водолаза. Но после глубоководного кратковременного спуска, например, на 100 метров в течение всего лишь 20-30 минут при дыхании воздушно-гелиевой смесью, времени рабочего дня не хватит на период декомпрессии. То есть КПД такого спуска чрезвычайно низок. Некоторой альтернативой являются спуски в автономном режиме с применением водолазных дыхательных аппаратов с замкнутой схемой дыхания и автоматической регулировкой состава дыхательной газовой смеси (ребризеры). Это прогрессивный метод кратковременных погружений, позволяющий водолазу работать в зоне глубоководных спусков.

Водолазный спуск методом длительного (до нескольких недель) пребывания под повышенным давлением отличается от традиционного метода КП тем, что во время ДП ткани организма водолаза полностью насыщаются инертным газом (азотом, гелием) в зависимости от его парциального давления в дыхательной среде. Поэтому этот метод иначе называют методом насыщенного погружения. При этом методе водолаз постоянно, в течение всего цикла работ находится в условиях повышенного давления в барокамере, равного давлению воды на рабочей глубине. Находясь в условиях «насыщения» водолаз (акванавт) может практически в любое время выходить в воду для работы и возвращаться в камеру без декомпрессии, потому что при таких выходах в воду давление не изменяется. Декомпрессия обычно проводится в этой же барокамере один раз по завершении водолазных работ. Естественно, что время декомпрессии после работы методом ДП в несколько раз превышает время декомпрессии после работы методом КП. Однако это более чем компенсируется эффективностью метода ДП, так как при ежедневной и многочасовой работе на грунте в течение двух-трёх недель водолаз не тратит время на декомпрессию. После многосуточного пребывания под повышенным давлением время декомпрессии находится вне зависимости от длительности работы в этих условиях.

Все технологии глубоководных водолазных спусков основаны на физиологических принципах построения методики спуска

(компрессия), работы на грунте (работоспособность) и выхода на поверхность (декомпрессия).

Проблема адаптации человека к условиям длительного пребывания под повышенным давлением, соответствующем глубинам в несколько сотен метров с сохранением здоровья и поддержанием работоспособности на приемлемом для данных условий уровне была успешно решена фундаментальной и прикладной наукой в США, Франции, Великобритании, Италии, Германии, Норвегии, Японии и СССР. Разработанные режимы компрессии и декомпрессии, труда и отдыха, реабилитации позволяют водолазу работать на больших глубинах ежедневно в сменном режиме по 4-6 часов с общей длительностью пребывания под повышенным давлением до месяца.

Метод ДП, являющийся основой любых эффективных технологий глубоководных водолазных погружений, реализуется с помощью специальных технических средств: береговых, судовых (стационарных, модульных и мобильных водолазных комплексов), подводных комплексов («домов»), комплексов, устанавливаемых на подводных лодках.

Береговые водолазные комплексы используются для имитации глубин по давлению, отработки методов погружения и работы на грунте, испытаний снаряжения и подводной техники, обучения и тренировки водолазов и медицинского персонала, проведения медико-биологических исследований.

Современные береговые комплексы оригинальны по своей конструкции. В основном это многокамерные сооружения, состоящие из нескольких «сухих» камер, которые могут отличаться по назначению, объему, величине рабочего давления. Большинство таких комплексов имеют гидробарокамеру (гидротанк), которая заполняется пресной или соленой водой для более полной имитации условий реальных погружений в море. В некоторых по температуре и другим факторам могут имитироваться арктические и тропические условия.

Все мировые достижения в области глубоководных водолазных погружений были научно отработаны и апробированы именно в береговых гипербарических комплексах.

Судовые глубоководные водолазные комплексы (ГВК), размещаются стационарно на палубах или во внутренних помещениях судна, имеют оборудованные для многосуточного проживания жилые камеры, которые через переходную камеру или отсек соединяются с водолазным колоколом через стыковочное устройство. Спуск водолазов к месту работ осуществляется в водолазном колоколе на глубину, на которой давление равно давлению в жилых отсеках

барокамер. Поэтому водолаз в течение многих часов может работать на данной глубине и возвращаться в жилой отсек без прохождения декомпрессии.

Все судовые водолазные комплексы оснащаются системами и средствами жизнеобеспечения, аналогичными по функциональному назначению тем, которыми оснащаются береговые комплексы.

В состав судовых ГВК могут включаться обитаемые подводные аппараты (ОПА) типа «Lock out» с водолазными отсеками, которые представляют собой самоходный водолазный колокол. Аппарат такого типа может транспортировать водолазов из водолазного комплекса к допустимо удаленному месту работы на грунте.

Современные крупные суда, работающие на объектах освоения морских ресурсов, имеют ГВК, рассчитанные на ДП и посменную работу на грунте до 24 водолазов. Но использование такой сложной техники не всегда оправдано. В ряде случаев более эффективным и экономичным является использование водолазных комплексов в модульном исполнении, а также комбинированных с частичным размещением оборудования в специальных контейнерах. Такие модульные системы предназначены для установки на свободной части палубы судна для обеспечения водолазных работ в море. Модульные комплексы не являются более дешевыми и простыми, но они могут в принципе работать и в береговом варианте. Модули таких ГВК имеют стыковочные узлы, что позволяет объединять необходимое количество барокамер в единый комплекс и иметь любое количество мест для водолазов в зависимости от необходимости организации посменной работы под водой и наличия свободного места на палубе судна.

К подводным водолажным комплексам относятся подводные «дома». Следует отметить, что метод насыщенных погружений (ДП) в природных условиях впервые был реализован именно в таких комплексах. Однако, эта технология не получила развития по причине наличия проблем, связанных с обеспечением работы акванавтов под водой, особенно на больших глубинах.

Из подводных водолазных технологий следует выделить выход водолазов в воду для работы на грунте из водолазного комплекса, устанавливаемого в подводной лодке. Для таких носителей ГВК не требуется фиксированная стоянка судна обеспечения над местом работы. Они независимы от погодных условий на поверхности. Это определяет их повышенную эффективность при проведении практически любых видов работ на грунте. Поэтому можно считать, что это лучшая альтернатива судовым комплексам. При этом надёжность страховки водолаза в целях обеспечения его безопасности

значительно повышается за счёт того, что подводная база обеспечения находится вблизи от работающего водолаза. Но, несмотря на эффективность этой технологии, высокая стоимость и сложность эксплуатации всего комплекса технических средств делают её доступной лишь крупным компаниям, ведущим разработку минеральных и энергетических ресурсов на глубинах шельфа.

Для повышения эффективности технологий и технических средств обеспечения глубоководных водолазных спусков в последние годы развивается направление по созданию мобильных водолазных комплексов, которые могут транспортироваться по морю на значительные расстояния к объекту водолазных работ. Однако зона мобильности представленных на рынке зарубежных комплексов ограничена ("берег-судно" и "судно-судно") и не распространяется до зоны "регион-регион", что является важным для обслуживания различных удаленных водолазных объектов России.

Концептуальное решение проблемы предполагает, что мобильный глубоководный водолазный комплекс (МГВК) должен транспортироваться к месту водолазных работ любыми видами транспорта, которые предназначены для международных контейнерных перевозок (суда, автотранспорт, железнодорожный транспорт, транспортная авиация) и устанавливаться для работы на свободной палубе подходящего для этих целей судна. При этом следует признать, что транспортировка комплекса является непростой проблемой, которая требует специальной проработки. В любом случае МГВК должен разрабатываться с учётом возможных для применения транспортных средств.

Анализ развития технологий глубоководных водолазных погружений и рынка услуг в этой области показывает, что освоение ресурсов океана в настоящее время при наличии производственных потребностей и технических средств может проводиться на глубинах до 450-500 метров. На глубинах до 300 метров водолазные работы проводятся многими зарубежными специализированными компаниями. Вполне вероятно, что в ближайшие годы технологии глубоководных водолазных работ будут освоены и внедрены в практику российских компаний для решения научных и производственных задач на акваториях континентального шельфа.

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДОЛАЗОВ ПРИ РАБОТЕ ПОД ВОДОЙ

Яхонтов Б.О.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997 Москва, Нахимовский проспект, д.36
тел. 8(499)124-79-92, E-mail: giper28@ocean.ru*

The problem of the control of the physiological status of the diver is analyzed at work under water. The method of transfer of the physiological information from the diver on a surface is discussed. For researches of the basic functions of an organism of divers at work under water modified method Holter is recommended.

Контроль состояния водолазов в воде в целях обеспечения их безопасности представляет значительные трудности. Это связано со спецификой водной среды, в которой биоэлектрические информационные сигналы надёжно могут передаваться лишь по кабельным линиям связи. Поэтому при работе водолаза в вентилируемом снаряжении, имеющем, как правило, кабельную телефонную линию, передача физиологической информации на поверхность не представляет трудности. При работе в автономном легководолазном снаряжении передача информации на поверхность усложняется. В принципе для этих целей приемлемы комбинированные линии связи: проводная и радиоканал. Сигналы, передаваемые от водолаза по кабелю, поступают на буй с антенной, преобразуются в радиосигналы и передаются по УКВ-радиоканалу.

Системы передачи биосигнала от водолаза по радиоканалу без проводного компонента являются весьма неэффективными в связи с затуханием радиосигнала в воде на расстояниях всего лишь в несколько десятков метров. Наилучшим образом сигналы в воде распространяются по гидроакустическому каналу. На этом основана не только голосовая связь с работающим под водой водолазом, но и контроль функционирования некоторых физиологических систем. В пределах глубин до 40-45 метров и на расстояние примерно до 300 метров сигналы основных физиологических параметров, используемых для контроля состояния водолаза под водой (частота пульса, частота дыхания, рассчитываемые по ЭКГ, температура и некоторые другие), передаются без особых искажений. Но так как все они лежат в области низких частот (десятки герц) при передаче их по

гидроакустическому каналу связи требуется преобразование низкочастотного спектра в область более высоких частот, что не является проблемой.

Наиболее простым способом контроля состояния водолаза с помощью гидроакустического канала связи является использование гидроакустических систем с цифровой обработкой сигнала и адаптированных для различного водолазного снаряжения (Ocean Technology Systems, USA). В этих системах подводный блок водолазной телефонной связи крепится на снаряжении водолаза. Пьезоэлектрический микрофон приемопередатчика монтируется в водолазной маске или шлеме. Помимо голосовой связи, при правильном расположении микрофона относительно дыхательного автомата в маске надёжно контролируется частота дыхания по звуковому сопровождению на вдохе. Такие системы вполне эффективно работают на глубинах до 100 м и на расстояниях до 1000 метров.

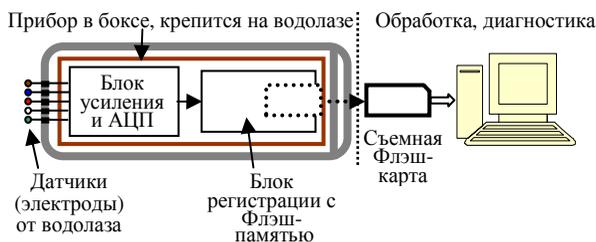
Наиболее простой, но менее надёжный контроль состояния водолаза заключается в использовании гидроакустического маяк-ответчика, излучающего сигналы по запросу с пункта обеспечения спусков. Такой маяк может длительно работать на больших глубинах, но взаимодействие водолаза и пункта обеспечения сводится к принципу «да/нет», то есть отсутствие звукового ответа на звуковой запрос является сигналом к принятию мер по оказанию помощи водолазу.

Отмеченные способы и методы передачи биоинформации из водной среды на поверхность более или менее приемлемы для экспресс-контроля состояния водолаза, но для углубленного обследования и тем более научного исследования они неприемлемы в связи с невысоким качеством сигнала.

Единственным и пока оптимальным решением проблемы является запись физиологической информации от водолаза на магнитный или иной носитель с последующим воспроизведением, обработкой, анализом и диагностикой.

В настоящее время при наличии большого выбора миниатюрных твердотельных накопителей информации этот вопрос решается путём применения метода Холтера для регистрации физиологических параметров, контролируемых по выбору, по программируемым режимам (минутным, часовым, суточным периодам регистрации). Принцип метода заключается в непрерывной регистрации биоэлектрических сигналов от работающего под водой водолаза на флэш-карту с последующим переводом информации на

компьютер (Рисунок). Самым простым и надежным способом реализации этого метода является использование существующих холтер-регистраторов для записи электрокардиографических и других, по выбору, электрофизиологических сигналов. Эти устройства по габаритам и весу сравнимы с мобильным телефоном, что позволяет поместить их в герметичный бокс с герморазъемами для микрокабелей (электрод/регистратор) и закрепить на водолазе. Энергопотребление даже при непрерывной регистрации параметров незначительное: одна-две «пальчиковые» батарейки типа АА обеспечивают многоканальную регистрацию электрокардиограммы в течение всего времени работы водолаза под водой (часы и даже сутки).



Блок-схема устройства для регистрации электрофизиологических сигналов от работающего под водой водолаза

Этот метод обеспечивает достаточно высокое качество записи контролируемых параметров. Для съема этих сигналов используются специальные электроды (хлорсеребряные, серебряные, латунные с серебряным покрытием) в пластиковой герметичной оправе. При креплении электродов к телу водолаза их рабочая поверхность покрывается электропроводной пастой. Электроды надежно крепятся на теле с помощью двусторонне клейкого гибкого кольца.

Во время полного цикла работы водолаза (от включения прибора перед спуском до выключения его после выхода на поверхность) все электрофизиологические сигналы, подключенные к рабочим каналам, непрерывно или в заданной последовательности регистрируются на флеш-карте. В дальнейшем вся информация с карты переводится через USB-интерфейс в компьютер для обработки и анализа. Стадия компьютерной обработки данных является более сложной, чем запись информации под водой. Дело в том, что для

обработки сигналов электрофизиологических параметров и анализа результатов необходимо специальное дорогостоящее программное обеспечение с широким набором опций для выбраковки некачественных участков записи и артефактов. Кроме этого, на выходе должна быть не только конкретная информация в цифровом выражении (например, частота сердечных сокращений, частота дыхания, количество аритмий и т.д.), но и оценка прогностической, клинической и научной значимости этой информации. Конечные результаты обработки, анализа и заключения могут быть представлены на экране в заданной форме.

Регистрация и обработка электрокардиографических сигналов от водолаза позволяет контролировать и изучать влияние водной иммерсии на организм при работе под водой. Это наиболее информативная и отработанная методика для оценки состояния сердечной деятельности. Поэтому для контроля физиологического состояния водолаза можно ограничиться этой методикой, тем более, что статистика подтверждает, что у водолазов с увеличением стажа работы, прежде всего, обнаруживается патология именно со стороны сердечно-сосудистой системы, что и требует первоочередного контроля. Таким же методом в принципе можно регистрировать и электроэнцефалограмму (биопотенциалы мозга), электромиограмму (биопотенциалы мышц), реопневмограмму (регистрация дыхания по изменению кожного сопротивления), сигналы движения по измерению ускорения в двух направлениях и другие параметры. Относительно первых двух показателей реализовать эту методику очень непросто, потому что классическая методика их регистрации требует полного покоя и выполнения ряда других требований, которые сложны водолазу, стесненному снаряжением, практически невозможно.

Таким образом, из рассмотренных принципов и методов оперативного контроля состояния водолаза при работе под водой наиболее приемлемым является передача информации по гидроакустическому каналу или по проводным линиям. Для получения отсроченной информации в научных целях наиболее приемлемым является модифицированный метод Холтера – метод непрерывной регистрации параметров под водой на твердотельном носителе с последующей обработкой информации на компьютере.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОДОЛАЗОВ В ГИПЕРБАРИЧЕСКИХ КАМЕРАХ

Яхонтов Б.О.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997 Москва, Нахимовский проспект, д.36
тел. 8(499)124-79-92, E-mail: giper28@ocean.ru*

The basic technical, ergonomic and physiological requirements to hyperbaric chambers for long stay of divers are considered. Principles of designing and structure of life-support systems of divers for hyperbaric chambers of a diving complex are analyzed.

Глубоководные водолазные комплексы (ГВК) (береговые и судовые), как правило, рассчитаны на длительное пребывание (ДП) водолазов под повышенным давлением, создаются в основном по индивидуальным проектам и состоят из двух главных взаимосвязанных частей: барокамера (комплекс барокамер) и система жизнеобеспечения (СЖО). Судовые ГВК имеют водолазный колокол, который стыкуется с переходным (водолажным) отсеком или камерой комплекса. Барокамеры как отдельные гипербарические объекты, или находящиеся в составе водолазного комплекса, могут быть сферическими, цилиндрическими со сферическими днищами, а также цилиндрическими с эллиптическими днищами. Цилиндрические камеры с жилыми отсеками располагаются горизонтально, но гидробарокамера (гидротанк) и переходной (водолажный) отсек могут располагаться вертикально.

Водолазные барокамеры проектируются в зависимости от антропометрических данных человека и требований комфорта. Оптимальным внутренним диаметром камеры следует считать не менее 2200 мм. При этом реальная внутренняя высота отсеков камеры составит примерно 1900-2000 мм, так как часть высоты ограничивается пайолами и прочей оснасткой. Длина устанавливается в зависимости от требуемого количества мест для водолазов с учетом требований по объему на одного человека. Жестких санитарно-гигиенических требований к общему объему водолазного комплекса не предъявляется, но в жилых отсеках барокамер свободный объем на одного человека должен быть не менее 4 м³.

Диаметр входных и переходных люков определяется проектом, возможностью использования носилок и прохождения водолаза в снаряжении и составляет не менее 700-750 мм. Диаметр и объем малого шлюза и люка для передачи в камеру небольших предметов, медикаментов и пищи зависит в основном от количества людей в камере и определяется при проектировании.

Диаметр иллюминаторов на камере определяется физиолого-гигиеническими требованиями свободного бинокулярного обзора. Для камер глубоководного водолазного комплекса оптимальной величиной является 140 мм, но в зависимости от диаметра камеры, рабочего давления и марки стекла диаметр может быть увеличен до 200 мм. Количество иллюминаторов на камере определяется эргономическими и прочностными требованиями. Для жилых отсеков барокамер длительного пребывания желательна наличие иллюминатора большего диаметра для просмотра телевизионных программ.

Все камеры или комплексы ДП должны иметь не менее трех отсеков: шлюзовой, жилой и санитарный. При наличии гидротанка в береговом комплексе должен быть переходной (водолазный) отсек или камера, имитирующая водолазный колокол, для перехода водолаза из жилого отсека в воду.

Диаметр и длина гидротанка определяются в основном его назначением и эргономическими требованиями.

Оправданное стремление к универсализации барокамер сопровождается и повышенными требованиями к обеспечению безопасности при их эксплуатации. При этом имеется в виду возможность подачи в камеру дыхательных смесей, обогащенных кислородом, в медицинских целях (гипербарическая оксигенация), а также возможность использования гидротанка в качестве «сухой» барокамеры или для испытаний габаритного оборудования. Для этого необходимо его раскрытие на полный диаметр, специальное внутреннее покрытие, оснащение и эффективная осушка.

Барокамера ДП представляет собой замкнутый объем с искусственной атмосферой, параметры которой могут изменяться в широком диапазоне. Поэтому газовый состав, количественное соотношение газовых компонентов в смеси, ПДК вредных примесей и другие физические параметры среды должны измеряться, регулироваться и поддерживаться на заданном уровне с высокой точностью при компрессии, изопрессии и декомпрессии. Эти проблемы решаются с помощью системы жизнеобеспечения, которая должна обеспечивать соблюдение физиолого-технических, физиолого-

гигиенических и санитарно-гигиенических требований к барокамерам, дыхательной среде и всему процессу водолазных погружений.

Физиолого-технические требования к СЖО распространяются в основном на параметры: давления, температуры, влажности, кислорода и системы их регулирования и поддержания на заданном уровне, а также на вредные примеси, запахи и системы очистки дыхательной газовой смеси (ДГС). Это обусловлено тем, что все указанные факторы оказывают прямое влияние на физиологические системы организма и его работоспособность. Давление, как основной неизбежно действующий фактор, по величине не нормируется, но скорость изменения давления при компрессии и декомпрессии определяется их режимами, основанными на физиологических реакциях организма. Давление ограничивается только использованием тех или иных газовых смесей, воздуха, кислорода. Причем, и в этих случаях давление ограничивается не влиянием самого давления, а отрицательным влиянием других факторов, например, наркотическим действием азота при дыхании сжатым воздухом (спуски ограничиваются глубиной 60 м), токсическим действием кислорода (кратковременные спуски ограничиваются глубиной 20 метров). Токсичность кислорода является основным фактором, который учитывается при нормировании его парциального давления при ДП в условиях гипербарии. СЖО должна обеспечивать его поддержание на безопасном уровне, который находится в пределах 0,21-0,30 кгс/см², что и учитывается при разработке системы. При относительно кратковременных циклах работ PO₂ в смеси, особенно при работе под водой, может повышаться до 0,6-0,7 кгс/см².

Температурные параметры СЖО определяются зонами температурного комфорта при использовании дыхательных смесей с азотом или с гелием. При этом следует учитывать, что с повышением давления комфортная температура среды повышается, а зона комфортных температур сужается. В любом случае система поддержания температуры должна работать в широком диапазоне температур, превышающем комфортный.

Верхний допустимый предел относительной влажности (60-80%), кроме общего дискомфорта, лимитируется возможным размножением микрофлоры при более высокой относительной влажности.

Функционирование систем очистки газовой среды от вредных примесей направлено на их ликвидацию и недопущение превышения ПДК. Скорость накопления примесей зависит от количества людей в камере, от их физической активности, от объема камеры. Все примеси,

как правило, эндогенного происхождения, в редких случаях их источником могут быть газы, используемые для приготовления дыхательных смесей, отработанные химпродукты (поглотители).

За пределами допустимого диапазона величин каждого параметра компенсаторные реакции организма недостаточны для поддержания его функциональных возможностей на оптимальном уровне. Поэтому параметры среды должны поддерживаться в заданных пределах эффективными подсистемами общей СЖО. Следует отметить, что человек, кроме основных четырех компонентов (инертный газ, кислород, двуокись углерода и водяные пары), выделяет в атмосферу камеры порядка 400 микропримесей летучих соединений, которые при накоплении и неадекватной системе поглощения отрицательно влияют на организм. Но контролируются, кроме вышеотмеченных, окись углерода (CO), углеводороды (CH), аммиак (NH₃), сероводород (H₂S) и некоторые другие.

Системы жизнеобеспечения современных водолазных комплексов имеют системы ручного и автоматического регулирования основных параметров среды. Они, как правило, включают в себя подсистемы:

- регенерации, кондиционирования и очистки ДГС, включающие побудители расхода, аппараты поглощения CO₂, осушители, фильтры очистки от вредных примесей, теплообменники, контуры холодной, горячей и оборотной воды. Это наиболее ответственная система, так как она действует непрерывно в течение всего многосуточного цикла работ;

- подсистемы хранения газов, компрессии, декомпрессии, утилизации гелия, состоящие из подсистем изменения и поддержания параметров среды в отсеках камер, подготовки и подачи аварийной дыхательной смеси, контроля газового состава ДГС. В состав этой системы входят КИП, газовые баллоны, компрессоры, запорная и регулирующая арматура, гипербарические газоанализаторы;

- медицинского контроля состояния водолазов в барокамере, которая включает комплекс контрольно-диагностической аппаратуры.

- системы связи водолазов с электронной коррекцией речи в гелиевой среде и телевизионного контроля водолазов в отсеках камеры и в гидротанке под водой.

Весь этот комплекс систем, оборудования, приборов, аппаратов должен обеспечивать создание, поддержание и регулирование величин основных параметров микроклимата и газовой среды в барокамерах комплекса на заданных уровнях и в диапазоне допустимых значений.

900-АТМОСФЕРНАЯ ТЕСТ-КАМЕРА ЮЖНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ИНСТИТУТА ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН

Скалацкий О.Н., Скалацкий Н.О.

*Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Шириова РАН, Южное Отделение,
Голубая бухта, г. Геленджик Краснодарского края,
Россия, +7(918)4667691, skalatsky@inbox.ru*

Reconstruction aspects and testing results of high pressure big volume chamber for deep-water (9000m) instruments testing is discussed.

После почти 2-летнего перерыва в Южном отделении Института океанологии (ИОО ИО РАН) в Геленджике запущена в эксплуатацию барокамера для испытаний глубоководной техники.

Эта камера (тест-камера) была изготовлена в 70-х годах прошлого столетия по инициативе проф. И.Е. Михальцева на Уральском заводе химического машиностроения. Всего было сделано два экземпляра – для Института океанологии РАН и для завода «Ахтуба», относившегося в то время к Министерству судостроительной промышленности. В 80-х годах тест-камера была установлена в бетонный колодец рядом с Гипербарическим комплексом ИОО ИО РАН в г. Геленджике. Основными работами, выполненными с использованием этой тест-камеры, были испытания узлов и систем строившегося в то время в ИО РАН обитаемого аппарата «Рифт» с рабочей глубиной 4000 м. В 1990 г. тест-камера была законсервирована, а в середине 2000-х было предпринято ее восстановление. В 2008 году было проведено техническое освидетельствование, диагностика и получено разрешение на эксплуатацию тест-камеры. Камера имеет следующие основные технические характеристики:

1. Рабочее давление	900 кгс/см ²
2. Внутренний диаметр	800 мм
3. Длина внутренней рабочей части	5000 мм
4. Рабочая среда	вода
5. Источник давления	насос НП-800
6. Вес тест-камеры	45 тс
7. Вес крышки	5 тс
8. Положение в пространстве	вертикальное

Камера имеет спуско-подъемное устройство крышки и малое СПУ для работы с оборудованием, подлежащем испытанию (илл. 65-1 цв. вкладки). На илл. изображена наружная часть тест-камеры: а – основное электрическое спуско-подъемное устройство для крышки камеры и испытываемых образцов техники, б – фланец открытой камеры с винтовыми шпильками и вспомогательное гидравлическое спуско-подъемное устройство.

В верхней части барокамеры расположены четыре отверстия диаметром 150 мм, каждое из которых предназначено для монтажа в них электрических вводов, гидро- и пневмовводов, иллюминаторов и т.д. (илл. 65-2 цв. вкладки).

Тест-камера оборудована монтажной пространственной рамой, на которой можно собрать необходимую для испытаний схему подключения узлов и агрегатов к устройствам, расположенным вне прочного корпуса тест-камеры. (илл. 65-3 цв. вкладки)

За время эксплуатации тест-камеры в ней испытывалось следующее глубоководное оборудование:

- корпуса фото- и видеокамер;
- стекла иллюминаторов, приборов и аппаратов различного назначения;
- кабели, предназначенные для установки на глубоководные приборы и аппараты;
- гидроакустические антенны;
- гидроакустические приборы в сборе;
- прочные корпуса приборов различного назначения;
- движительные комплексы подводных аппаратов;
- насосные установки забортной воды для подводных аппаратов;
- электрохимические источники тока;
- подводные осветительные приборы.

В настоящее время планируется постройка легковозводимого здания вокруг тест-камеры, в котором предусматриваются следующие помещения:

- механическая мастерская для изготовления испытательной оснастки;
- склад для хранения оснастки;
- лабораторное помещение (тензометрия, приборы акустической эмиссии, приборы неразрушающего контроля);
- электроизмерительная лаборатория;
- рентгеновская лаборатория.

В этом году по договору с Всесоюзным электротехническим институтом и ОАО «Лазурит» были проведены испытания

двигательного комплекса подводного спасательного аппарата «Бестер» (илл. 65-3 цв. вкладки).

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ГИПЕРБАРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЮЖНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ИНСТИТУТА ОКЕАНОЛОГИИ РАН

Скалацкий О.Н.

*Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Южное Отделение,
Голубая бухта, г. Геленджик Краснодарского края,
Россия, +7(918)4667691, skalatsky@inbox.ru*

The aspects of deep diving simulator reconstruction at Southern Branch of Shirshov Oceanology Institute are discussed.

Известно, что ИО РАН с 1967 года интенсивно проводил работы, связанные с проникновением человека в глубины Мирового океана. Одним из направлений этих работ была гипербарика – наука, тесно соединившая между собой глубоководную технику, системы жизнеобеспечения человека, подводную или водолазную физиологию и медицину, биологию высоких давлений. В Институте были построены подводная лаборатория «Черномор» (1967-1974 гг.), береговой гипербарический комплекс (1974-1992 гг.), научно-исследовательское судно «Витязь» - носитель глубоководного водолазного комплекса (1981-2005 гг.), подводный водолазный аппарат «Осмотр» (1987-1992 гг). Специалистами Института были спроектированы и эксплуатировались малые барокамеры для проведения исследований на животных.

Для выполнения исследований с использованием этой техники была организована Лаборатория обитаемых гипербарических систем.

На базе барокомплекса прошли подготовку и стали высококлассными специалистами по глубоководной технике и водолазной физиологии и медицине более 100 человек из Академии наук и других ведомств.

После длительного периода отсутствия финансирования гипербарических исследований принято решение о выделении средств на модернизацию технических средств и продолжение

фундаментальных и прикладных исследований по проблемам гипербарии.

За это тяжелое для науки время (с 1990 г.) многие институты Академии наук и бывшего Минздрава прекратили работы в этом направлении, а некоторые из них перестали существовать, ушли из жизни многие ученые и инженеры, которые возглавляли целые направления в гипербарике. В стране уже 20 лет не готовят инженеров по глубоководной водолазной технике, врачей, способных обеспечивать серьезные глубоководные водолазные работы, классных водолазов-глубоководников.

Многие из этих проблем могут быть решены, путем создания на базе Института океанологии в г. Геленджике Межведомственного Центра подводных исследований, в котором будут совмещены фундаментальные исследования по гипербарике на животных и с участием человека, будут решаться прикладные задачи по проблемам создания глубоководной водолазной техники и методам глубоководных погружений человека, будет вестись подготовка обслуживающего персонала глубоководных водолазных систем (глубоководных судовых комплексов и подводных водолазных аппаратов), водолазных врачей-глубоководников, водолазов-глубоководников и акванавтов.

База Института океанологии в Геленджике удобна тем, что расположена на берегу незамерзающего моря, относительно глубокой бухты, рядом с аэродромом, имеется причал и большое здание барокомплекса.

В настоящее время проработана концепция создания Центра подводных исследований, размещения основных строительных объектов, разработаны исходные технические требования к разработке проектной документации на основные объекты Центра.

Общая схема будущего Центра такова, что он имеет три основных места базирования: исследовательский барокомплекс с рабочим давлением 100-150 бар расположен в целях безопасности в отдельном месте на площади в 6 га. Барокамеры комплекса расположены горизонтально друг над другом: внизу горизонтальный гидротанк с открывающимся днищем, над ним трехотсечная барокамера (предкамера, жилой отсек, шлюзовая камера). Все барокамеры предположительно имеют диаметр 2400-2300 мм. Барокамеры расположены в легковозводимом здании и имеют систему жизнеобеспечения, позволяющую использовать любые дыхательные газовые смеси, включая водородные. Для этого на территории барокомплекса предусматривается строительство специальных

объектов, например, станции для производства водорода, его криогенной очистки и хранения.

Морской полигон на траверзе Голубой бухты, где будут отрабатываться задачи технико-методического характера. Полигон будет также использоваться в учебных целях. В состав морского полигона входит также и модернизированный причал, и учебно-тренировочное водолазное судно. Оно представляет собой современное судно для выполнения глубоководных водолазных работ, за рубежом такие суда называются DSV. Неограниченный район плавания, система динамического позиционирования, глубоководный водолазный комплекс с шахтным спуском водолазного колокола, относительно большая и свободная корма, мощный кран, способность осуществлять спуско-подъемные операции и подводными обитаемыми аппаратами, рабочими телеуправляемыми аппаратами, стандартными морским контейнерами – вот характерные признаки современного водолазного судна. Также с его борта могут проводиться океанологические исследования, оно может взять на палубу контейнеры-лаборатории различного профиля.

Исходя из задач Центра, условий содержания судна, мы пришли к его следующим характеристикам:

- длина 65-70 метров;
- водоизмещение около 1800-2000 т;
- осадка 5 – 5,5 м;
- кол-во людей на борту 50-60 чел. (включая экипаж);
- глубоководный водолазный комплекс ГВК длительного пребывания, количество водолазов в барокамере – 4; конфигурация барокамеры минимально возможная: предкамера, жилой отсек, шлюзовой отсек, водолазный колокол. Рабочая глубина ГВК – 300 метров;

- система динамического позиционирования;
- кормовой гидравлический кран грузоподъемностью 40-60 тс;
- возможность размещения в кормовой части, в зависимости от задач:

- а) двух обитаемых подводных аппаратов и двух 20-ти футовых контейнеров или
- б) рабочего телеуправляемого аппарата и двух 20-ти футовых контейнеров или
- в) четырех контейнеров-лабораторий или
- г) груза, например, балонных сборок с гелием и проч. для выполнения длительных подводно-технических работ;

- учебно-тренировочный комплекс, который предполагается разместить в старом здании барокомплекса, переоборудовав часть помещений для:

- а) учебных классов;
- б) общежития курсантов – до 30 человек;
- в) столовой;
- г) бассейна с водолазной башней.

Предполагается достроить существующее здание барокомплекса, в котором должны располагаться малые барокамеры, предназначенные для проведения исследовательских работ с животными и комплекс имеющихся барокамер для проведения испытаний глубоководной техники давлением воды до 900 кгс/см².

В завершении следует сказать, что исследовательский барокомплекс, включая комплекс для работы с животными, предполагается оснастить современной исследовательской аппаратурой, что даст возможность проводить исследовательские работы на высоком научном уровне. Это позволит привлекать для работы в Центре отечественных и зарубежных ученых.

РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДОЛАЗОВ

Черкашин С.В.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
Россия, Москва 117997, Нахимовский проспект, 36
телефон: +7 (985) 924-1602 e-mail: charley@charley.ru*

Возрождение отечественной экономики ведет к росту промышленного строительства, в том числе и с использованием водолазного труда. Интенсивное вовлечение российских компаний и организаций в международные проекты, в частности, по разработке нефтегазовых месторождений на шельфе и прокладке магистральных продуктопроводов неминуемо поставит вопрос о приведении нашей системы водолазной подготовки и



сертификации специалистов, работающих под водой, в соответствие с устоявшимися и признанными нормами международных стандартов.

Существовавшее ранее деление на группы специализации и классы квалификации водолазов в действующих сегодня документах отсутствует.

Из Концепции развития водолазного дела Российской Федерации на период до 2020 года:

«Профессиональная подготовка водолазов осуществляется, в основном, по программам, разработанным и принятым в начале 90-х годов прошлого века. Программы подготовки и учебно-материальная база водолазных школ **безнадёжно устарели**.

Назрела острая необходимость в создании новой системы подготовки и обучения водолазных кадров в Российской Федерации, разработки базовой программы подготовки и повышения квалификации водолазов-профессионалов с едиными стандартами для всех обучаемых и учетом международного опыта от первичной квалификации до высшей».

И практическим шагом в этом направлении стала разработка и утверждение в начале 2011 года Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) по профессии «Водолаз», в работе над которым активное участие принимали сотрудники ИО РАН. На основе данного ФГОС были разработаны примерные программы профессиональных модулей по базовым уровням водолазной квалификации.

Принципиальным отличием программ профессиональных модулей от предыдущих учебных планов стало смещение ряда профессиональных компетенций в первый квалификационный уровень (разряд 4), а именно подготовка к выполнению тех водолазных работ, которые проводятся, как правило, с использованием автономного снаряжения. Также претерпела существенные изменения структура и тематика разделов учебных курсов. Все это позволило привести нашу отечественную систему подготовки в соответствие со стандартами Международной ассоциации водолазных школ - IDSA (International Diving Schools Association).

Необходимость приведения нашей системы подготовки к единообразию, что также отмечено в Концепции развития водолазного дела в РФ, подвигла к решению ведущих российских школ к объединению своих технических, интеллектуальных и методологических возможностей. По инициативе руководства УТК

СТРУКТУРА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ



СООТВЕТСТВИЕ УРОВНЕЙ ПОДГОТОВКИ

<i>до 2006</i>	<i>после 2006</i>	<i>в соотв. с ФГОС</i>	<i>IDSA</i>
ВОДОЛАЗ 3 кл. (III)	ВОДОЛАЗ 4 р.		
		ВОДОЛАЗ 4 р.	Commercial SCUBA Diver (Level 1)
ВОДОЛАЗ 3 кл. (I-II)	ВОДОЛАЗ 5 р.	ВОДОЛАЗ 5 р.	Surface Supply Inshore (Level 2)
ВОДОЛАЗ 2 кл. (I-II)	ВОДОЛАЗ 6 р.	ВОДОЛАЗ 6 р.	Surface Supply Offshore (Level 3)
ВОДОЛАЗ 1 кл. (I-II)	ВОДОЛАЗ 7 р.	ВОДОЛАЗ 7 р.	
АКВАНАВТ	ВОДОЛАЗ 8 р.	ВОДОЛАЗ 8 р.	Closed Bell (Level 4)

«Подводречстрой», Воронежской школы водолазов и Центра водолазных исследований был образован Альянс водолазных школ в форме некоммерческой организации.

Основной задачей Альянса является именно унификация профессионального водолазного образования и приведение его в соответствие с международными стандартами, что позволит нашим водолазам участвовать помимо прочего в масштабных проектах по освоению шельфовых нефтегазовых месторождений, проводимых уже сейчас и интенсивно планируемых к разработке транснациональными консорциумами в самом ближайшем будущем.



СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЧЕЛОВЕКА, РАБОТАЮЩЕГО ПОД ВОДОЙ

Баранов В.С., Комаров В.С., Цибульский А.Л., Агафонов А.В.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Нахимовский пр. 36, Москва,
Тел: 8 495 124 5965, e-mail: baroglider@yandex.ru*

Оперативный инструментальный контроль сердечного ритма человека, работающего под водой важен не только при экспериментальных погружениях и проведении профессиональных водолазных работ. Широкое развитие любительского и спортивного подводного плавания, дайвинга также требует контроля физиологических параметров, из которых важнейшим является сердечный ритм.

Организации, занятые в сфере обучения технике плавания, нуждаются в средствах дистанционного подводного контроля и наблюдения за физиологическим состоянием сердечной функции обучаемых любителей и спортсменов. В медицине широко применяется способ мониторинга ЭКГ по Холтеру, представляющий собой длительную регистрацию (до 48 часов) ЭКГ. Для этого используют миниатюрное регистрирующее устройства с отведениями, которые закрепляют на теле пациента. При регистрации показателей, в ходе своей повседневной активности, пациент записывает в специальный дневник все появляющиеся симптомы и характер деятельности. Затем полученные результаты анализируют.

Метод весьма информативен, но не пригоден для оперативного контроля.

В целях анализа и дозирования нагрузок разработано и выпускается промышленно множество сухопутных кардиомониторов и кардиопульсометров [1, 2]. Они позволяют регистрировать, наблюдать и запоминать пульсограмму в процессе нагрузки. Для подводных целей был разработан аналогичный комплекс. Примером такого устройства может быть модель SIGMA SPORT конструкции РС15, имеющая грудной пояс с электродами из электропроводной резины, аналоговый усилитель и высокочастотный радиопередатчик, который на каждый R – зубец ЭКГ выдает короткий радиоимпульс. Импульс улавливается радиоприемником, встроенным в корпус наручных часов РС15, и в режиме контроля сердечного ритма демонстрируется на индикаторе в виде мгновенных значений ЧСС в размерности «удары в минуту».

В настоящей работе представлена разработка система контроля сердечного ритма подводного пловца - кардиомонитор. С целью обеспечения удаленного наблюдения и достоверного контроля сердечного ритма водолаза, на пояс с электродами устанавливают дополнительный приемник, который в ответ на каждый импульс передатчика, соответствующий R–зубцу сигнала ЭКГ, генерирует световой и звуковой импульс, хорошо слышимый и различимый в воде. В приемник также включено устройство, в котором задают верхнюю и нижнюю границы ЧСС, при выходе за которые включается дополнительный световой или звуковой сигнал тревоги.

Для протоколирования хода погружения и последующего анализа динамики изменений сердечного ритма устройство имеет запоминающее устройство большой ёмкости для последующего анализа по компьютерным программам. На рис. 1. представлен комплект кардиомаяка. Здесь показан предлагаемый кардиомонитор, он содержит: грудной гидро-бароустойчивый пояс 1 с смонтированным в него высокочастотным передатчиком импульсов ЭКГ 2 и датчиками-электродами; дополнительный приёмник 3 со светодиодным светомаяком 4 и пингером 5. Кардиомонитор снабжён, также, USB портом 6 для связи с ЭВМ. Соответствующий передатчику 2 приёмник с дисплеем смонтирован в электронных часах 7.

Система работает следующим образом. Грудной пояс 1 накладывают на грудь пловца. Электроды 2, расположенные в поясе, установленном на уровне нижнего края грудины, под грудными мышцами, снимают потенциал ЭКГ максимально свободный от сигналов миограммы, возникающий от напряжения скелетной

мускулатуры. Это позволяет производить регистрацию ЧСС у человека, совершающего работу и в том числе под водой, и даже находящегося в морской воде. Приёмник 3 принимает сигналы передатчика в поясе 1, усиливает их и формирует сигналы светодиода 4. Пингер 5 выдаёт звуковые импульсы. 6 - USB порт для связи с внешним компьютером. Микроконтроллер в электронных часах с дисплеем 7 регистрирует импульсы в памяти с целью протоколирования хода погружения и последующего анализа динамики изменений сердечного ритма. В случае одновременного погружения нескольких водолазов, тональность генерации звукового импульса (частоты) могут быть разнесены. Таким образом, обеспечивается возможность контроля ЧСС с обеспечивающего судна одновременно нескольких водолазов, работающих в воде. В варианте выноса в воду двух и более гидрофонов возможно также определение направления расположения водолазов относительно корпуса обеспечивающего судна.

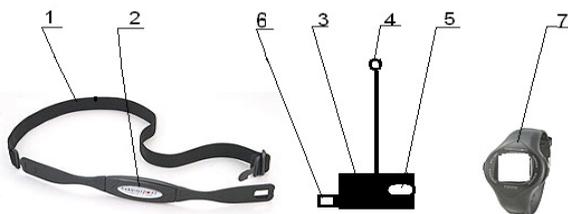


Рис. 1.

Принципиальная блок- схема обработки сигналов от датчиков – электродов представлена на рис. 2. На рис. 3 представлена кардиоритмограмма человека. По оси ординат отложена пауза (R - R) между передними фронтами R-зубца. Видны выраженные дыхательные волны и экстрасистолы.

Обсуждаемое устройство также оказалось полезным для контроля и изучения физиологического состояния морских млекопитающих, дельфинов, содержащихся в условиях дельфинария.

На рис. 5 представлена ритмограмма афалины Дая после выполнения им значительной физической нагрузки: подъем из воды и «хождение» на хвосте в течение 10 секунд. На ритмограмме видно восстановление сердечного ритма и выраженные дыхательные волны. На рис. 6 представлена ритмограмма афалины Зоя после выхода из воды на помост, период покоя, подача «голосом» на воздухе акустических сигналов и периоды восстановления и покоя. Подобные измерения проводились и раньше [3, 4]. Они позволяют производить физиологический контроль состояния животного и определять адекватный уровень физической нагрузки.

На рис. 3 и 4 оказаны примеры кардиоритмограмм человека, полученные с помощью кардиомонитора. По оси ординат отложена пауза (R - R) между передними фронтами R-зубца.

Блок-схема кардио-монитора

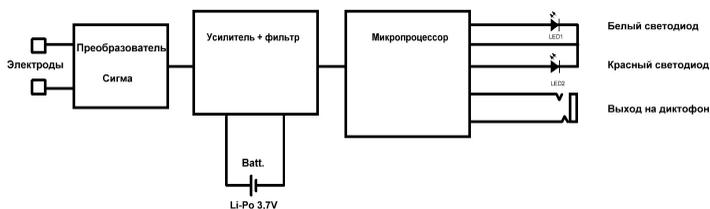


Рис. 1

Рис. 2. Принципиальная блок- схема обработки сигналов.

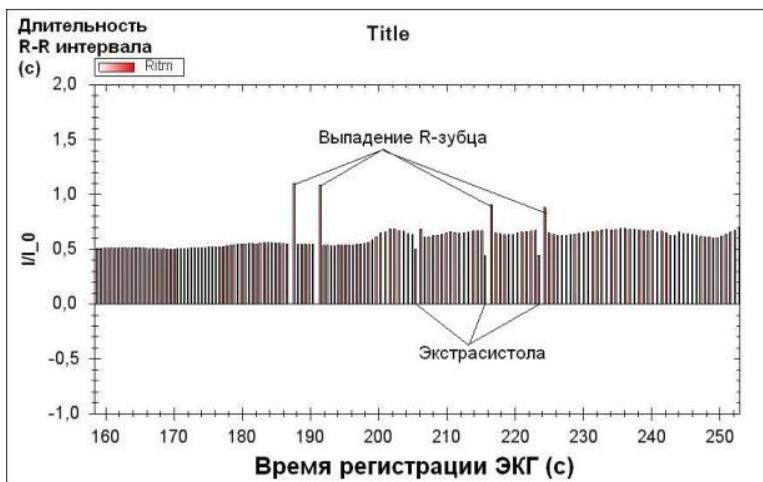


Рис. 3

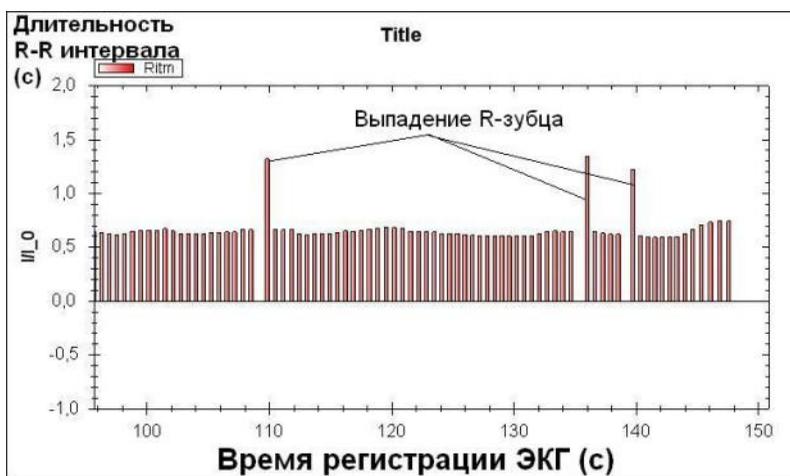


Рис. 4

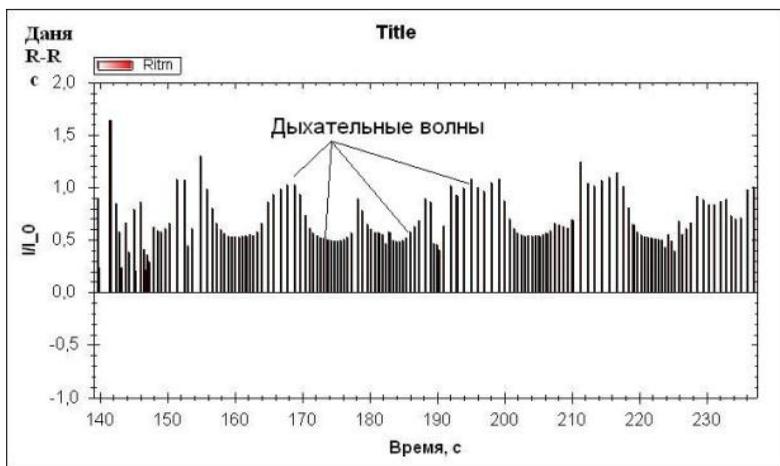


Рис. 5

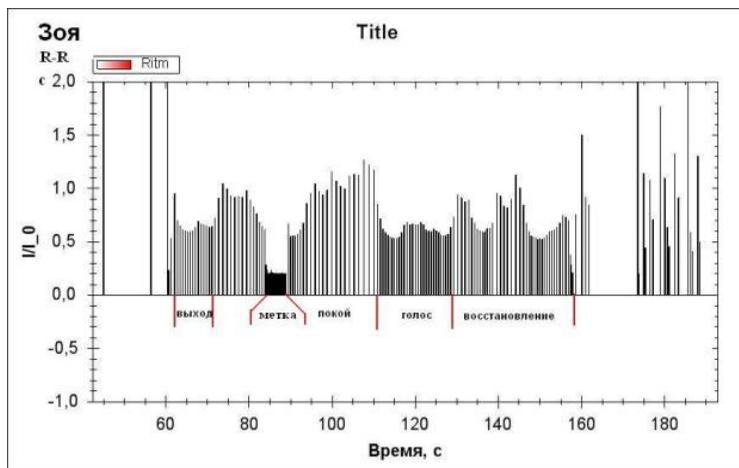


Рис. 6

Литература

1. Кардиомонитор ONYX PRO;
<http://www.sigmasport.ru/catalogue/?id=39>

2. Пульсометры - мониторы сердечного ритма – ГТ.
<http://www.cardiosport.ru/pulsgt.html>
3. А.В. Яблоков, В.М. Белькович, В.И. Борисов. Киты и Дельфины. "Наука", Москва. 1972. С. 146 -156.
4. Лямин О.И., Сигал Д.М., Мухаметов Л.М. Особенности дыхательной аритмии сердечной деятельности у белухи и моржа. С. 352 - 358. Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов шестой международной конференции. Калининград. 2010.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОТОСИНТЕЗА В СОЗДАНИИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Караев Р.Н.¹, Мустафа-заде С.Н.²

*¹ Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия
Z 1010 г. Баку, проспект Азадлыг, 20.*

телефон: (012) 5940865, E-mail: raufkaraev@mail.ru

² Бакинский Государственный Университет

Морские нефтегазопромысловые сооружения, расположенные на значительном удалении от береговых баз на глубинах десятки и сотни метров, нуждаются в техническом обслуживании, профилактическом осмотре и аварийно-восстановительном ремонте.

В комплексе мероприятий, связанных с освоением морских месторождений нефти и газа, ведущая роль принадлежит подводному обеспечению.

Проводя практически все работы, связанные с подводным освидетельствованием, ремонтно-восстановительными работами, аварийно-спасательными операциями, комплексная система подводного обеспечения превратилась в уникальное технологическое средство, без которого добыча нефти и газа в море была бы невозможной.

В подавляющем большинстве случаев для выполнения подводно-технических работ необходимо погружение человека под воду. По прогнозам специалистов в течение ближайших лет, несмотря на большие достижения в области развития подводных аппаратов, объемы водолазных работ будут возрастать. Наибольшее увеличение спроса на услуги водолазов связано с проведением монтажных и

сварочных работ, детальной подводной инспекцией, техническим обслуживанием и ремонтом морских гидротехнических сооружений.

Основная концепция дальнейшего развития подводного обеспечения связана с повышением эффективности выполнения подводных операций и безопасности труда водолазов.

Погружение под воду является большой физической нагрузкой для организма человека. Одним из способов облегчения этого воздействия является создание условий, максимально приближенных к естественным. К числу таких условий относится обеспечение нормальных параметров дыхания водолазов при работе под водой.

При выполнении подводно-технических работ водолазы используют для дыхания дыхательные аппараты трех основных типов: с открытым, полузакнутым и замкнутым циклом дыхания. Закрытая схема основана на процессе очистки циркулирующей в снаряжении газовой смеси от избытка углекислого газа и обогащении ее кислородом. Эта схема является наиболее выгодной с экономической точки зрения, поскольку расход газовой смеси, в состав газовой смеси входит дорогостоящий гелий, в данном случае минимальный. Более того, использование дыхательных аппаратов с закрытой схемой позволяет водолазу совершать погружения с меньшим объемом газовой смеси, что значительно облегчает общий вес водолазного снаряжения. Поэтому дальнейшее развитие подобных технологий представляет особый интерес.

Для очистки воздуха от избытка углекислого газа и обогащения его кислородом можно использовать биологические методы.

В естественной среде обитания человека основными «регенераторами» воздуха являются автотрофные организмы, обладающие особым механизмом, позволяющим им в процессе фотосинтеза поглощать выделяемый при дыхании углекислый газ, а взамен образовывать кислород. Этот процесс может лечь в основу новых типов дыхательных аппаратов.

Как известно, современная атмосфера была сформирована наиболее примитивными представителями автотрофов, то есть одноклеточными зелеными водорослями. Именно эти организмы должны лечь в основу подобных технологий.

Испытания в этом направлении проводились учеными, изучающими эффективные способы снабжения космонавтов воздухом, близким к атмосферному по составу и по воздействию на организм человека.

Наиболее подходящим «регенератором» воздуха является одноклеточная водоросль хлорелла, которая была отправлена

космическом корабле для изучения возможности использования ее в межпланетных путешествиях. Более того, один японский ученый сделал чертеж целого городка из герметически закрытых, соединенных между собой помещений. Чистый воздух в этих помещениях обеспечивается хлореллой, которая помещена в громадные изогнутые прозрачные трубки.

Эксперименты с хлореллой проводились еще во второй половине XX века в СССР.

Одним из таких проектов являлся БИОС-3 - экспериментальный комплекс красноярского Института биофизики, моделирующий замкнутую экологическую систему жизнеобеспечения человека с автономным управлением. Основой проекта стали работы Красноярских учёных И. Терскова и И. Гительсона. Появилась возможность создать замкнутые системы жизнеобеспечения человека. Они разрабатывались для жизни человека в космосе, подводных работ и т. д.

В 1964 году в системе БИОС-1 была осуществлена замкнутая по газообмену двухзвенная система жизнеобеспечения «человек-хлорелла». Водоросли поглощали углекислый газ и вырабатывали кислород. За счет световой энергии хлорелла полностью регенерировала атмосферу.

Таким образом, возможность использования зеленых водорослей для регенерации воздуха была доказана многочисленными исследованиями. Разработка технологий, в основу которых лягут результаты этих исследований, является инновационным направлением в развитии подводных технических средств.

В силу вышеизложенного предлагается принципиальная схема устройства дыхательного аппарата, основанного на использовании процесса фотосинтеза.

Зеленым водорослям для осуществления фотосинтеза необходимы вода, диоксид углерода и свет. Углекислый газ выделяется при дыхании, следовательно, основные составные части аппарата должны быть сконструированы с учетом непрерывного обеспечения клеток водорослей водой и светом.

Вода необходима как источник электронов и протонов. Для непрерывного обеспечения микроорганизмов водой, их можно помещать на водный агар. Подобная питательная среда имеет несколько преимуществ: во-первых, выполняет роль донора электронов и протонов, а, во-вторых, водный агар является наиболее прозрачным из всех известных питательных сред. Благодаря этому

свойству водного агара станет возможным проникновение к клеткам водорослей максимального количества света.

Свет также является необходимым компонентом процесса фотосинтеза, поскольку фотон света разлагает молекулу воды (фоторазложение) с образованием положительно заряженных ионов водорода (протоны) и отрицательно заряженных гидроксильных ионов, которые впоследствии выделяют электроны и в качестве побочного продукта кислород. При проведении подводных работ, особенно на больших глубинах, освещение микроорганизмов естественным солнечным светом невозможно. Природа же искусственного освещения может быть различной.

Возможно использование и биолюминисценции. Это явление широко распространено в природе и основано на испускании организмами света за счет специфических реакций разложения пигмента ферментами. Наиболее распространенный пример - разложение пигмента люциферина ферментом люциферазой. Этот процесс обеспечивает свечение у светлячков.

Это один из немногих способов искусственного освещения клеток зеленых водорослей.

Таким образом, в условиях проведения подводно-технических работ возможно обеспечение клеток зеленых водорослей всеми необходимыми компонентами, обуславливающими успешное протекание процесса фотосинтеза и, следовательно, «регенерации» воздуха.

Внедрение подобных технологий в систему подводно-технического обслуживания имеет большое значение, поскольку позволит повысить экономичность ПТР и обеспечить надежность и безопасность жизнедеятельности водолазов под водой.

Литература

1. Караев Р.Н. Подводно-техническое обслуживание морских нефтепромыслов. – Баку, «OSKAR», 2010
2. Караев Р.Н., Разуваев В. Н., Портной А. С. Океанотехника и морские операции на шельфе. – Санкт-Петербург, «Моринтех», 2008
3. Ермаков И.П. Физиология растений. – Москва, «Академия», 2007
4. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. Пер. с нем. Москва, Мир, 2000

VII. ДОКЛАДЫ, НЕ ВОШЕДШИЕ В ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫМ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫМ АППАРАТОМ.

Грибов Б.Э.¹, Капцов А.С.¹, Артамонова А.В.¹,
Елкин А.В.², Розман Б.Я.²

¹ ООО «Индэл-Партнер»

117997, Москва, Нахимовский пр-т, 36

Тел.: 499 124-87-09; E-mail: info@gnom-rov.ru

² Учреждение Российской академии наук Институт
океанологии им. П.П. Ширшова РАН

117997, Москва, Нахимовский пр.-т, 36

Тел.: 499 129-20-45; Факс: 499 129-20-45; E-mail:

brozman@ocean.ru

Рассматривается система управления (СУ) малогабаритными
ТПА мощностью до 300 Ватт

Применение ТПА:

- Осмотр подводных объектов, т.е. использование в качестве управляемой видеокамеры.

- Несложные механические действия под водой.

- Подъем небольших объектов с глубины на поверхность.

СУ должна обеспечивать следующие функции:

- Перемещение ТПА под водой вдоль любой своей оси с максимально возможной скоростью.

- Во время осмотра объекта ТПА должен перемещаться с небольшой скоростью, но с максимальной точностью.

- Определение своих координат.

- Автоматически фиксировать свое положение в произвольной точке относительно подводных объектов.

- Двигаться по заданному азимуту (автокурс).

- Выполнять простую работу с помощью механических захватов, манипуляторов.

- Освещать осматриваемый объект.

- Передавать видеоизображения с одной или нескольких камер на поверхность.

Кроме этого перечислим условия эксплуатации и разработки ТПА, которые тоже надо учитывать при разработке СУ:

- Малогабаритный робот должен иметь также и малогабаритный набор вспомогательного оборудования, а именно пульт управления и катушка с кабелем. В этом случае аппарат действительно становится удобным. Его может переносить один человек и использовать с маломерных судов вплоть до резиновой лодки.
- ТПА не является крупносерийным изделием, когда себестоимость продукта в основном состоит из цены комплектующих, плат и монтажа. Это мелкосерийное изделие, причем для решения задач разных потребителей необходимо иметь целую линейку разных аппаратов. Аппараты различаются по мощности, по количеству движителей, по управляемости, по набору навесного оборудования, которое несет аппарат. Таким образом, достаточно ощутимую часть в себестоимости готового ТПА составляет именно разработка, как и в любом наукоемком продукте.
- Значительная часть ТПА используется для научных исследований, поэтому аппарат не может рассматриваться как готовый и неизменный прибор. Скорей как экспериментальная установка, которую надо регулярно дорабатывать под соответствующее применение. Таким образом, аппараты часто возвращаются к производителю с целью усовершенствования, доработки, оснащения дополнительными приборами.

Основные принципы построения системы

Исходя из вышеописанных требований, можно сформулировать основные принципы построения системы управления ТПА:

Модульная организация системы управления. Вся электронная начинка, так же как и механическая конструкция корпуса должна состоять из одного модуля ЦП и универсальных блоков для управления исполнительными модулями. Модульность должна быть выдержана как в смысле электронных, так и в смысле программных интерфейсов. Например, модуль осветителя и модуль электродвигателя одного винта совершенно идентичны. Они могут выполнять разный набор команд (набор команд для мотора шире, чем для осветителя), иметь разный набор кодов состояния (для осветительного модуля достаточно знать исправен он или нет, а для мотора желательно знать фактическую скорость вращения и потребляемый ток). Внешний электронный интерфейс должен быть одинаковым (два провода для подвода питания, два провода для передачи команд). Эти провода могут быть общими для всех однородных модулей. Каждый модуль имеет свой уникальный

логический адрес, который прошивается в микроконтроллер установленный на модуль.

Каждый модуль обрабатывает строго определенный для этого модуля набор команд, который он получает от модуля ЦП по общей шине данных. Для примера приведем набор команд для модуля управления мотором:

- Установить режим управления (по напряжению – управление скоростью, по току – управление моментом на валу).
- Задать ограничение по фазному току (ограничивает максимальный момент на двигателе).
- Задать ограничение по напряжению (ограничивает предельную скорость вращения).
- Включить мотор.
- Выключить мотор.
- Подать на мотор заданное напряжение (работает в режиме управления по напряжению) (для безколлекторного мотора это амплитуда синусоидального напряжения на обмотках). Напряжение задается со знаком. Изменение знака приводит к изменению направления вращения двигателя.
- Задать требуемый фазный ток (работает в режиме управления по току).

Этот набор команд позволяет управлять двигателем любого типа, как коллекторным, так и безколлекторным. Программе в центральном процессоре ТПА совершенно безразлично какой именно мотор используется в данном конкретном роботе. Ей достаточно выставить на шину адресную команду, и модуль конкретного мотора обработает эту команду.

Важно, что при разработке все модули кроме центрального могут и должны быть ПОЛНОСТЬЮ отлажены «на столе». Т.е. в лабораторных условиях необходимо проверить ТОЛЬКО правильное выполнение очень ограниченного набора команд.

Централизация всех управляющих **алгоритмов в одном процессоре** (в модуле ЦП). Итак, все управление датчиками, моторами, светом, сосредоточено в отдельных модулях. Каждый из этих модулей полностью отлаживается «на столе» и может быть как кубик использован в любой модели ТПА без какой либо переделки!!! Это очень важно. В свою очередь вся настройка на конкретный набор опций, также как и все сложные математические алгоритмы обрабатываются в модуле ЦП. Программа ЦП, в отличие от исполнительных модулей, может обновляться по линии связи с «берега», причем при отладке это можно делать, не поднимая аппарат

с глубины. Прямо во время тестовых или научных погружений. Такая централизация резко сокращает затраты на разработку, и позволяет повысить оперативность при создании новых специализированных моделей ТПА.

Универсальность, независимость электроники и программы модуля ЦП от конкретного набора опций, применяемых в конкретной комплектации аппарата. Модуль ЦП во всех моделях ТПА используется один и тот же. Программа, которая работает на этом модуле, так же как и операционная система на компьютерах совместимых с IBM PC оперирует с исполнительными модулями. Алгоритм построен таким образом, что ему все равно, какой именно двигатель (коллекторный или безколлекторный) с модулем управления установлен на данном аппарате. Для него это логическое устройство, которое умеет выполнять указанный выше набор команд. Поскольку набор команд одинаков для всех модулей управления моторами, которые могут быть применены в любых аппаратах, то и программа оказывается одинаковой. А количество моторов и их расположение задается в настройках конкретного варианта алгоритма управления движением.

В состав СУ также входят система питания и система передачи данных. Несколько слов по каждой из них:

Система питания

Исходя из требований минимального веса катушки с кабелем, так же как из всех требований к движению ТПА, очевидно, что толщина кабеля должна быть минимальной. Варианты с бортовыми аккумуляторами здесь не рассматриваем. Таким образом, мы должны максимально поднять напряжение на кабеле питания. Безопасным считаем предельное напряжение 180 В (DC). Моторы имеют максимальное напряжение на уровне 24 - 48 вольт. Учитывая падение напряжения в кабеле, мы должны иметь первичный блок питания на борту аппарата который на входе позволяет держать напряжение от 80 до 220 вольт. Это достаточно жесткие условия для малогабаритного стандартного блока питания. Но можно учесть, что для управления моторами или светодиодами, где нужна большая мощность на напряжениях 24-48 вольт, не важна стабильность. Можно допустить неравномерность выходного напряжения на уровне 1-4 В и тем самым существенно уменьшить габариты источника питания и поднять его КПД. Блоков питания на борту должно быть два: маломощный (6 Вт) для питания процессора управления силовым блоком питания и для питания модуля ЦП, и силовой для питания моторов и осветителей. ЦП контролирует ток, потребляемый от силового блока питания,

который запускается только по команде от ЦП, и при перегрузке может быть аварийно отключен. При этом связь с аппаратом не теряется и оператор, имея информацию о состоянии аппарата, может запустить ТПА в режиме ограниченного потребления или дать команду на отключение неисправного потребителя, сохранив при этом ограниченную функциональность ТПА.

Система кабельной телекоммуникации

Изложенные выше требования приводят к тому, что питание борта и передача всех данных должно осуществляться по одной паре проводов (витая пара или коаксиальный кабель). Решений тут может быть два: передача всех данных в цифровом режиме аналогично системам PLM и с аналоговым видеоканалом. В ТПА ГНОМ 2 видео передается в виде аналогового сигнала в формате PAL или NTSC, поэтому рассмотрим только этот способ. Аналоговый способ требует частотного разделения сигналов. Поскольку как витая пара, так и коаксиальный кабель при длине в 250 метров на частотах выше 40 МГц имеют затухание больше 100 Дб, то разумный диапазон частот ограничивается 40 МГц. При использовании фильтров с хорошей прямоугольностью данный диапазон частот можно использовать следующим образом:

6. 0.5–6 МГц – канал передачи данных с пропускной способностью 1 Мбит/сек.
7. 16-24 МГц – первый видеоканал.
8. 34-42 МГц – второй видеоканал.

Канал передачи данных цифровым образом разделяется между системой управления роботом (требуется небольшая скорость передачи данных – около 38400 бит/с) и дополнительными устройствами (большинство из которых использует частоту 115200 бит/с). Таким образом, установка двух дополнительных систем (например, Micron Sonar) без проблем укладывается в пропускную способность мегабитного канала связи.

Вышеизложенные идеи реализованы в новом поколении ТПА - роботов ГНОМ-2G.

КОМПЛЕКС ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНЧЕСКОГО КОНКУРСНОГО ГИДРОБОТА С БЕРЕГОВОЙ И ДОННОЙ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ КОНКУРСНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

Северов С.П.¹, Кузнецов В.А.¹, Артамонова А.В.²

¹ *Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана; 107005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5;
тел. 263-67-84;*

E-mail: sseverov @ mail.ru; sm42 @ sm.bmstu.ru

² *ООО «Индэл-Партнер»
117997, Москва, Нахимовский пр.-т, 36
Тел.:499 124-87-09; E-mail: info@gnom-rov.ru*

Общие тенденции развития ROV-гидроботов хорошо прослеживаются при анализе мировых каталогов типа [1] последнего и предшествующих изданий.

Особенности конкурсных студенческих гидроботов, предназначенных для физического моделирования операций по ликвидации последствий подводных катастроф достаточно полно, для первичного ознакомления, можно представить по источникам [2], [4], [8].

Конкурсный студенческий гидробот представляет собой сложный технический комплекс. Для корректной работы, его подсистемам необходимо осуществлять в режиме реального времени постоянный обмен своевременной и достоверной информацией с задержкой, не превышающей пределы требований пилотирования аппарата оператором. Поэтому выбор интерфейсов, протоколов и алгоритмов передачи данных – один из наиболее ответственных этапов проектирования системы управления гидроботом. При этом необходимо учитывать как специфику проектирования подводных аппаратов, так и требования конкурсных технических заданий подводной миссии.

Для конкурсного гидробота, спроектированного под задачи соревнований МАТЕС-2011, была определена рабочая глубина - до 30 метров и перечень заданий подводной миссии, для выполнения которых необходимо управлять установленным на борту манипуляционно-технологическим оборудованием. С учётом этих требований была разработана схема информационного обмена между

подсистемами, предполагающая использование различных протоколов и интерфейсов передачи данных, представленная на рисунке 1.

Получая команды от джойстика, программа, запущенная на береговом компьютере, формирует дейтаграммы с информацией о тяге, которую необходимо развить движителям ПА и отправляет их по оптоволоконному кабелю.

Выбор протокола в данном случае объясняется требованием к актуальности принимаемой информации. Как известно, протокол UDP не гарантирует надёжную доставку всех дейтаграмм адресату, но, вместе с тем, обеспечивает высокую скорость их передачи. Потерянные пакеты компенсируются вновь пришедшими и не вызывают сбоев в работе системы.

В основе модуля, принимающего дейтаграммы на борту, используется сетевой контроллер W5100, позволяющий передавать данные на скорости до 25 Мбит/сек. От сетевого контроллера информация поступает к микроконтроллеру ATmega328, обозначенному на схеме как Микроконтроллер №1.

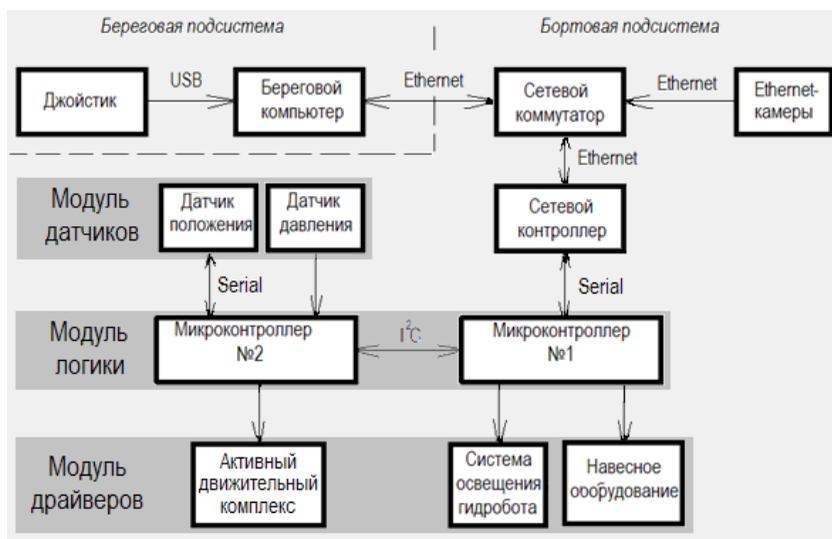


Рис. 1. Схема информационного обмена подсистем гидробота.

Программа микроконтроллера анализирует входящую информацию. Специальный маркер указывает, к какому из трёх возможных типов относится сообщение: команда управления навесным оборудованием; команда управления освещением или

управления активным движительным комплексом (АДК) аппарата. В первом и втором случаях, управляющие сигналы расшифровываются и сразу отправляются на соответствующие драйверы модуля драйверов. Если же пришедшее сообщение содержит команду управления АДК, то она по интерфейсу I²C отправляется к Микроконтроллеру № 2 (ATmega2560). Войдя в режим прерывания, микроконтроллер расшифровывает команду и отправляет управляющие ШИМ-сигналы на драйверы движителей.

В ходе выполнения основной программы, Микроконтроллер № 2 непрерывно принимает данные с датчиков положения и глубины. Эта информация пропускается через программный фильтр, что позволяет в значительной степени избавиться от влияния помех и повысить достоверность показаний. Периодически Микроконтроллер № 1 запрашивает эти данные по I2C и отправляет их на берег в виде UDP-дейтаграмм.

Эта схема была разработана для использования в конкурсном гидроботе, представленном командой МГТУ на МАТЕС-2011. В ходе соревнований она продемонстрировала хорошую скорость и надёжность работы, обеспечив стабильный обмен информацией между подсистемами аппарата.

К минусам схемы следует причислить неудачный выбор Ethernet в качестве технологии передачи данных между бортовой и береговой подсистемами. Сложность обработки пакетов и громоздкость оборудования, связанного с использованием этой технологии, позволяют сделать вывод о нецелесообразности использования Ethernet применительно к проектированию подводных аппаратов. В качестве возможной альтернативы командой проекта «Гидронавтика-2012» рассматривается стандарт RS-485. Ожидается, что на его основе удастся построить столь же надёжную, но при этом менее требовательную к оборудованию и программным средствам сеть. Насколько эти предположения верны, покажут соревнования 2012 года.

Литература

1. Remotely Operated Vehicles of the World. Ninth Edition. 2010/2011. 420 p.p.
2. Steven W. Moore, Harry Bohm, Vickie Jensen. Underwater Robotics. Science, design and fabrication. – Monterey, CA: MATE, 2010. 769 с.
3. КОМПЛЕКС ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БОРТОВОЙ, БЕРЕГОВОЙ И ДОННОЙ СИСТЕМ

СТУДЕНЧЕСКОГО КОНКУРСНОГО ГИДРОБОТА. Сб. тезисов докладов научно-технической конференции МГТУ 4-10 апреля 2011г

4. Северов С.П., Розман Б.Я., Ёлкин А.В. и др. ПОДВОДНЫЕ РОБОТЫ НА ШЕЛЬФЕ. В тр. XI Межд. Научно-технической конференции Современные методы и средства океанологических исследований. Изд. ИОРАН, М.: 2009 – с. 131
5. Северов С.П., Розман Б.Я., Шерстов Е.А. МЕЖДУНАРОДНЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ROV. В тр. XI Межд. Научно-технической конференции Современные методы и средства океанологических исследований. Изд. ИОРАН, М.: 2009 – с. 135
6. <http://www.arduino.cc/>
7. <http://www.efo.ru/doc/Wiznet/Wiznet.pl?2595>
8. www.marinetech.org

ПРОГРАММНОЕ И АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ КОНКУРСНОГО СТУДЕНЧЕСКОГО ГИДРОБОТА.

Северов С.П.¹, Лямина Е.А.¹, Артамонова А.В.²

¹ *Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана; 107005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5;
тел. 263-67-84;*

E-mail: sseverov @ mail.ru; sm42@sm.bmstu.ru

² *ООО «Индэл-Партнер»*

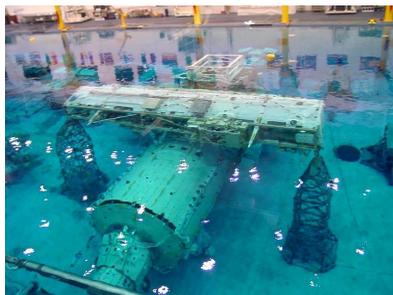
117997, Москва, Нахимовский пр.-т, 3б

Тел.:499 124-87-09; E-mail: info@gnom-rov.ru

В настоящее время телеуправляемые подводные аппараты ROV представляют собой обширное множество классов, типов и размеров [1]. Многолетняя практика проведения соревнований студенческих ROV - гидроботов, разработанных, изготовленных и испытанных в лабораториях университетов различных стран известна достаточно хорошо [2], [3], [4]. Условия подготовки и события соревнований отображаются онлайн на сайте <http://www.marinetech.org> Центра морских перспективных образовательных технологий - Marine Advanced Technology Education Center.

В 2010 году в соревнованиях МАТЕС впервые приняла участие команда Учебно-научного центра МГТУ «Гидронавтика».

Соревнования МАТЕС–2010 проводились в Гавайском университете, в г. Хило. Соревнования ROV- гидроботов по программе МАТЕС-2011 прошли в бассейне лаборатории гидроневесомости NASA в Хьюстоне. Общий вид бассейна соревнований представлен на рисунках. На время соревнований гидроботов часть бассейна разгружается от космической техники и выделяется зона соревнований, параметры которой определены известными техническими требованиями МАТЕС.



Несмотря на кажущуюся простоту конкурсных заданий подводной миссий МАТЕС-2011 программное обеспечение информационного взаимодействия бортовой, береговой и донной подсистем конкурсного студенческого гидробота оказывается сложной задачей для студента и требует высокого уровня подготовки. Покажем это на примере частных задач телеуправления.

Индикация ориентации гидробота. Для определения пространственного положения подводного аппарата «Аквадор-2» УНМЦ «Гидронавтика» МГТУ используется плата 9DOF Razor. Для определения угла курса используется МЭМС гироскоп LY530ALH, а для определения углов крена и дифферента LPR530AL. Используется также трёхосевой акселерометр ADXL335 и цифровой компас HMC5843. Полученные результаты измерений (значения текущих углов курса, крена, дифферента) передаются с аппарата по каналу связи для программного отображения текущего положения аппарата. Переориентация виртуального объекта осуществляется по алгоритму последовательных поворотов с использованием матриц вращения и углов Эйлера.

$$M = \cos\alpha \cdot \cos\beta \cos\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma - \sin\alpha \cdot \cos\gamma \cos\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma + \sin\alpha \cdot \sin\gamma \sin\alpha \cdot \cos\beta \sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma + \cos\alpha \cdot \cos\gamma \sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma - \cos\alpha \cdot \sin\gamma - \sin\beta \cos\beta \cdot \sin\gamma \cos\beta \cdot \cos\gamma$$

Соответственно, комбинация вращений вокруг трех осей осуществляется путём перемножения этих матриц. Учитывая, что оно некоммутативно, весьма важным условием идентичности отображения является порядок поворота вокруг каждой оси.

Недостатком такого алгоритма является зависимость угловых координат положения виртуального объекта от порядка поворотов, а также наличие такого отрицательного эффекта как “Gimbal Lock”. В связи с этим явлением становится невозможным корректное отображение ориентации аппарата при определённых углах. Также невозможным является корректное отображение в том случае, если угол крена становится равным 90 градусам. По-видимому, эффективным путем решения данной проблемы является использование математики кватернионов.

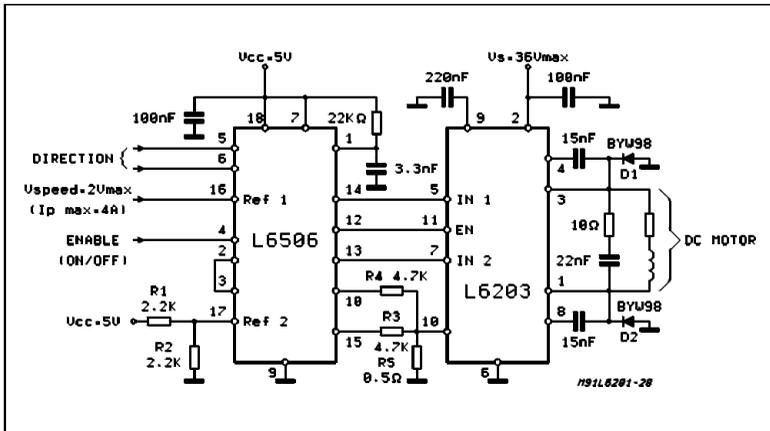
Так же программным путём можно задать желаемое положение аппарата. В соответствии с тем, как изменились углы, по каналу связи передается сигнал о включении соответствующих движителей до тех пор, пока реальное и желаемое положения не станут идентичными.

Выбор драйверов для управления движителями аппарата Акватор-3.

Предшествующий аппарат типа Акватор-3 имел малую тяговооруженность. Для нового аппарата Акватор-3 выбраны двигатели постоянного тока MAXON RE 30 (60 W) с номинальным напряжением 48 В. Пусковой ток этого двигателя 19 А. По условиям соревнований потребляемая мощность робота не должна превышать 2КВ. В связи с этим требованием, максимальный ток на двигателе не должен превышать 4х ампер.

Для ограничения тока и управления двигателем выбран драйвер L6203, микросхема L6506 и программируемый контроллер Freeduino Nano V5.

Приведённая ниже схема позволяет реализовать управление двигателем по току и напряжению. Микросхема L6506 позволяет реализовать обратную связь по току. Мы успешно реализовали эту схему для управления двигателем при питании от источника на 27 В. Но при подключении к схеме 48 В и при остановке вала двигателя, ток превысил 4 А и нам пришлось заплатить за это новым драйвером.



В связи с этим было решено осуществить управление двигателем от параллельно включенных двух драйверов. Выводы IN1, IN2 двух драйверов будут соответственно соединены между собой. Предполагается, что это позволит использовать схему при заданных режимах функционирования

Диаграмма зависимости мощности рассеяния в зависимости от тока нагрузки для драйвера L6203 указывает на то, что микросхема L6203 будет сильно нагреваться. В связи с этим обстоятельством мы выбрали L6203 в корпусе Multiwatt 11. В указанной комплектации гораздо проще реализовать эффективное охлаждение драйвера.

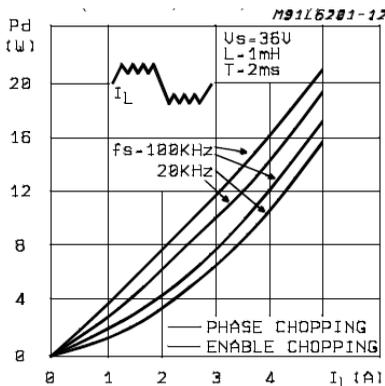
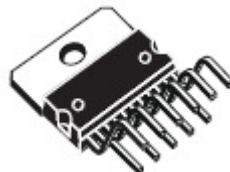


Диаграмма зависимости мощности рассеяния от тока нагрузки для драйвера L6203



Корпус Multiwatt11.

Литература

1. Remotely Operated Vehicles of the World. Ninth Edition. 2010/2011. 420 p.p.
2. Северов С.П., Розман Б.Я., Шерстов Е.А. МЕЖДУНАРОДНЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ROV. В тр. XI Межд. Научно-технической конференции Современные методы и средства океанологических исследований. Изд. ИОРАН, М.: 2009 – с. 135
3. Steven W. Moore, Harry Bohm, Vickie Jensen. Underwater Robotics. Science, design and fabrication. – Monterey, CA: MATE, 2010. 769 с.
4. Лямина Е.А., Северов С.П. МАЛЫЙ КОНКУРСНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ ГИДРОБОТ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ОПЕРАЦИЙ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА МОРСКОЙ БУРОВОЙ ПЛАТФОРМЕ DEEP HORIZON WATER. Сб. тезисов докладов научно-технической конференции МГТУ 4-10 апреля 2011г
5. <http://www.marinetech.org/>

ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЙ ГЛАЙДЕР ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Комаров В.С.

*Учреждение Российской академии наук
Институт океанологии им. П.П. Ширшова (ИО РАН),
117851, Нахимовский пр-кт, 36, т. 4991256388,
kvs@ocean.ru .*

Oceanologic glaeer for arctic seas.

The method of glider construction for the cold arctic seas is reported. The possibility of gunpowder usage for the apparatus driving is reported. It is shown that the movement is performed by altering the tonnage by pressure of powder gases.

Даже локальные океанологические исследования в арктических условиях требуют чрезвычайных усилий и затрат, связанных с содержанием и эксплуатацией исследовательского флота. Поэтому важно развивать робототехнику автономных автоматических средств исследования и сбора океанологической информации. Сама по себе

техника роботизированных автономных автоматических средств делится на две почти самостоятельные задачи. Это средства сбора измерений океанологической информации, которые представляют собой совокупность отдельных автономных взаимозаменяемых сенсорных и измерительных модулей. Их совокупность в зависимости от комплексной задачи представляет собой отдельный функциональный конструктивный блок или несколько блоков, объединенных логически общим процессором с накопителем получаемой информации и блоком электрического питания [1]. И вторая, это собственно носитель этих модулей, объединяющий измерители в общий конструктив.

Изучение Мирового океана, занимающего 5/6 поверхности Земли, задача всех поколений людей с начала мореплавания. Огромные просторы и километровые объемы водной толщи, определяющие, практически, весь климат на земле, по влиянию на земную жизнь океан сравним лишь с влиянием Солнца. Такие масштабы требуют измерений на мезомасштабных дистанциях. Автономный автоматический носитель измерительных модулей - глайдер должен иметь соответствующую гидродинамическую структуру для управления движением при взаимодействии с водным потоком. Архитектура носителя обусловлена минимизацией потерь энергии затраченной на движение [2]. Носитель, как правило, содержит легкий корпус для снижения потерь на трение и волновых потерь при движении в водной среде, при необходимой прочности для сохранения формы и крепления измерительных модулей в условиях волновых воздействий. Носитель имеет принципиально важную роль, так как он должен обеспечить перемещение измерительных модулей, как можно дольше, т.е. обеспечить максимальную автономность, что повышает КПД исследований.

Движение известных носителей осуществляется за счет запаса электроэнергии батарей или используются естественные энергетические возможности, такие как механизмы использования тепловых градиентов поверхностных и придонных водных слоев, позволяющих изменять их плавучесть, делая её положительной или отрицательной [3]. Глайдер использует отклонение плавучести от нулевой для создания планирующего движения вдоль главной строительной оси. Носители такого типа получили распространение в последние 10 – 15 лет, так как сильно удешевляет процесс исследования, и позволяют неограниченно долго вести их, в режиме планирующего полёта в водной толще от поверхностных тёплых слоёв до придонных – холодных. Если использовать для управления и

коррекции его движением спутниковую связь и навигацию (GPS, GLONASS), с помощью которой можно передавать управляющие команды и алгоритмы коррекции траектории на аппарат, а с него получать спрессованную океанологическую информацию, полученную от бортовых сенсоров, то это весьма привлекательный способ исследований.

Для арктических морей, особенно ледовитых, способ использования тепловых градиентов невозможен, а электрические энергоёмкости ограничены. Поэтому в данной работе рассмотрена возможность использования пороховых источников энергии, которые могут рассматриваться как аккумуляторы давления. Они удобны тем, что в промышленном исполнении выпускается большое количество разнообразных боеприпасов в виде холостых патронов (например, патроны для монтажных пистолетов), а также устройств их иницирования и перезарядки (автоматическое оружие). Известно [4], что сгорая, порох выделяет большое количество горячих газов. Например, для сканирования реального «разреза» – толщи воды глубиной 0,5 км, 1 км и 2 км роботом-зондом с газогенератором на основе бездымного пироксилинового пороха и удельной энергией взрыва $q = 1300$ кал/г, для изменения водоизмещения на 1 кг (≈ 1 л) потребуются навески, соответственно 0,9 г, 1,8 г и 3,6 г. Поршень, при сгорании этой навески в поршневой камере, совершит перемещение и увеличит водоизмещение на 1000 см^3 . Однако следует заметить, что не вся выделенная сгоранием энергия идёт на совершение внешней работы. Небольшая часть тепловой энергии 3-5% остаётся внутренней энергией пороховых газов. Ввиду её малости на практике не учитывается, хотя из соображений запаса, навески следует взять: 1 г, 2 г и 4 г, соответственно. Технически возможно зафиксировать объём поршневой камеры и предотвратить его уменьшение за счёт охлаждения (заявка на патент). Каждая глиссада подъёма начинается с инициации порохового патрона и расширения внутреннего объёма камеры сгорания. В результате глайдер получает подъёмную силу равную избыточному водоизмещению, которую преобразует за счёт аэродинамического качества в линейное движение вдоль строительной оси. При достижении заданного верхнего горизонта микропроцессор открывает клапан сброса пороховых газов, а возвратная пружина перемещает поршень в исходное положение. В результате аппарат получает отрицательное водоизмещение и переходит на нисходящую глиссаду.

Для аппаратов типа глайдер, очевидно, следует учитывать в общем балансе энергий также потери на трение вдоль траектории,

которые сильно зависят от аэродинамического качества носителя, тогда как для сканирующих вдоль троса зондов это не так важно.

Для ледовитых морей разработка глайдера с интерактивной программой движения использующего пороховой аккумулятор давления представляется полезной и своевременной задачей технической океанологии.

Литература

1. Комаров В.С., Серых В.Я. Мультипараметрическая система измерения гидрофизических параметров. Патент РФ №2350934, 09.01.07г.
2. Lewis, E. V. Principles of naval architecture, resistance, propulsion, and vibration, vol. II, 2005 (Society of Naval Architects and Marine Engineers, Jersey City, New Jersey).
3. Комаров В.С., Морозов А.К. патент РФ №2124457, от 06.01.98г.
4. А.Г. Горст Пороха и взрывчатые вещества. Изд.3., «Машиностроение», М., 1972г

УСТРОЙСТВО НЕКОНТАКТНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ УРОВНЯ МОРЯ

Комаров В.С.

*Учреждение Российской академии наук
Институт океанологии им. П.П. Ширшова (ИО РАН),
117851, Нахимовский пр-кт, 36, т. 4991256388,
kvs@ocean.ru .*

The equipment for non-contact probing of sea level.

In this paper we attempt to elaborate a project of sea-level post for monitoring sea level by the instrumentality of non-contact methods of range measuring. We have developed a number of solutions using radar and optical (laser) devices for measuring the sea level.

Важность измерений уровня моря не нуждается в обосновании, как с точки зрения безопасности прибрежных районов, так и в аспекте среднесрочного прогноза глобальных климатических изменений. В этой связи представляется весьма актуальным разработка и усовершенствование эффективных и недорогих устройств для мониторинга уровня моря в рамках общих климатических измерений,

а также и специальных измерений в плане глобальных международных программ. В работе сделана попытка разработки проекта уровнемерного поста для мониторинга уровня моря на основе неконтактных методов измерения расстояния. Разработан ряд решений использования радиолокационных и оптических (лазерных) приборов для измерения уровня моря.

Две основные проблемы, которые приходится решать при разработке уровнемерного поста - это как избавиться от влияния поверхностного ветрового смещения уровня, вызванного ветровым волнением, и как организовать спокойную поверхность зеркала воды в окрестности измерения, что особенно важно для прямых измерений уровня.

Большинство действующих устройств уровневых измерений, наряду со стационарными механическими преобразователями, используют гидростатические преобразователи – датчики гидростатического давления. Появившиеся в последние годы дистанционные неконтактные измерители расстояний, позволяют избавиться от сложностей гидростатических пересчётов, учёта температурных режимов воды и атмосферного давления [1], а также от громоздких береговых сооружений для механических устройств [2]. В работе предложена простая конструкция поста на базе цилиндрического (трубного) демпфера - успокоителя с дросселем, как специальной, отдельно стоящей сваи, так и полый цилиндрической части портового сооружения, доработанного для уровнемерных целей. Использование демпфера, как сообщающегося с поверхностью сосуда, позволяет избавиться от волнового воздействия на зеркало, а с помощью дросселя удаётся избавиться от паразитного волнового смещения уровня.

Измерения выполняются бесконтактным методом с помощью радарного измерителя уровня или лазерным измерителем. Их устанавливают в специальном боксе на верхнем конце демпфера. Питание и информационная связь осуществляется по кабелю или с помощью радиомодема в зависимости от варианта конструкции демпфера (береговой портовый или специальный отдельный). В автономном варианте «отдельной сваи», питание и радиомодем размещают внутри бокса с внешней антенной. Размеры демпфера и дросселя определяются параметрами волнения характерными для конкретного места акватории, а также из гидрологии и синоптических данных.

Сущность предлагаемой разработки в том, что электромагнитный локационный датчик закреплён на верхнем

основании цилиндрического демпфера – полой трубы. Нижнее основание демпфера заглублено в донный грунт, являясь силовой опорой устройства. Там же у поверхности дна, в стенке демпфера выполнен дроссель – регулируемый канал, который соединяет внутреннюю полость демпфера с морской поверхностью через толщу h морской воды. Верхнее основание – это опорный фланец, который возвышается над средним уровнем моря, в данной точке акватории, на высоту большую, чем l – известного из истории гидрологии максимального подъёма уровня моря для данной акватории. Приёмоизлучающая антенна локационного датчика уровня направлена вертикально вниз вдоль оси демпфера. Датчик размещают в термостатированном и брызгозащитном кожухе, где размещают, так же, микропроцессор с блоком автономного питания и радиомодем со своей антенной для передачи данных уровня.

Устройство функционирует следующим образом. Опираясь герметично на дно в прибрежной части акватории моря, демпфер образует через дроссель сообщающиеся сосуды с морской поверхностью. Поэтому уровень моря внутри демпфера соответствует спокойному уровню свободной воды. Диаграмма антенны датчика направлена на зеркало уровня перпендикулярно и также перпендикулярно отражается. Волнение моря отгорожено и не проникает внутрь демпфера, поэтому нет волновых искажений угла отражения. За счёт дросселирования высокочастотные искажения уровня уменьшаются с коэффициентом дросселирования равным отношению площадей сечения дросселя и демпфера, а заглубление дросселя на глубину h снижает передаточную функцию волнового давления на этой глубине.

Конструктивные параметры устройства: D – диаметр сечения демпфера, d – диаметр сечения дросселя и h – заглубление дросселя, определяются исходя из требований точности устройства и гидрологии акватории. Последняя характеризуется средней характерной длиной волны L и средней характерной амплитудой волнового давления Δp . Конструктивные и гидрологические параметры связаны формулой скорости $\delta\lambda/\delta t$ изменения уровня в демпфере под влиянием градиента волнового давления, которая должна быть меньше скорости $\delta y/\delta t$ изменения уровня моря под влиянием приливо-отливных явлений, явлений цунами, сейшей и нагонов известных (справочная величина) гидрологических величин для данной акватории.

$$\frac{\delta\lambda}{\delta\tau} = \mu \left(\frac{d}{D} \right)^2 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho ch \left(\frac{2\pi h}{L} \right)}} \leq \frac{\delta s}{\delta\tau} \quad (1),$$

где μ - коэффициент гидравлического сопротивления выбранного дросселя (справочная величина) и ρ плотность воды.

Получая от датчика измеренные величины уровней, микропроцессор передаёт через радиомодем на береговой центр наблюдения и в интернет.

После выбора акватории и места размещения уровнемера, т.е. определения гидрологических величин, подбирают подходящие соотношения величин h , d , D и μ в выражении (1) и назначают их конструктивные значения.

В качестве демпфера может быть использована труба из металлопроката, например, электросварная ГОСТ 10704.10705, оцинкованная или крашенная «корабельным суриком» или другим коррозионнозащитным покрытием. Простейшим дросселем может быть, например, вентиль из водопроводной арматуры ГОСТ Р 52720-2007. Локационный датчик может работать в радио диапазоне, например, как УЛМ-11 или в ИК-диапазоне, как Leica Disto A2. Микропроцессор может быть, например, типа Atmel (ATtiny, ATmega), связан кабелем с датчиком, радиомодемом, например, SATELLINE-3AS NMS Epic и блоком питания типа батареи никель-кадмиевых аккумуляторов «SANYO». Эти модули могут быть помещены в защитный кожух, например, фирмы HENSEL, степень защиты которого не менее IP-55: – IP-65.

Многие из этих приборов имеют высокую точность (1,5-3мм) при достаточно большом диапазоне измеряемых величин (10 - 60м) и предназначены для бытовых целей. (Например, лазерные дальномеры: Leica Disto A2, Bosh DLE и др.) Интересны радиолокационные измерители такие, как: УЛМ-11;-31, «Барс» и др. и лазерные уровнемеры в ИК-диапазоне, такие как: УДЛ-01, «Лазурь-2», ЛУ-02, LM80, LM2D и др. Эти уровнемеры имеют аналоговый и цифровой выход с интерфейсом в стандарте RS485/232, высокую точность и широкий диапазон измеряемой величины (десяtkи метров). Они могут работать в диапазоне температур -50 - +50 °С и сопрягаться с радиоканалом посредством модема.

Литература

1. Комаров В.С., Шерстов Е.А. О проекте измерителя уровня моря. IV Сахалинской молодежной научной школы «Природные катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз». 2008г.
2. М. Шендерович. Аппаратура для изучения волн цунами. Гидрометиздат, Л., 1977 г.

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ МОРСКОГО ДНА ГИДРОЛОКАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ СО СЛОЖНЫМИ ЗОНДИРУЮЩИМИ СИГНАЛАМИ.

Каевицер В.И.

*Институт радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова РАН (Фрязинский филиал),
e-mail: kvi@ire.rssi.ru*

В настоящее время применение в гидроакустических приборах сигналов с ЛЧМ модуляцией стало правилом хорошего тона. Однако 30 лет назад была поставлена под сомнение сама идея применения таких сигналов в гидролокации, из-за вероятного разрушения когерентности при распространении в воде и рассеянии от неоднородностей в воде и от дна. Однако первый гидролокатор бокового обзора «Глория-2», в котором был опробован ЛЧМ сигнал, показал перспективность его применения. В данном сообщении отмечается вклад российских исследований в развитие гидролокационных систем с ЛЧМ зондирующими сигналами. Проведен анализ развития гидролокационных систем дистанционного зондирования морского дна для изучения донного рельефа и зондирования донного грунта для геологических исследований, поиска и интерпретации объектов на морском и океаническом дне. Показаны преимущества применения гидролокационных акустических систем с ЛЧМ сигналом для решения задач океанологии и подводного строительства.

Проблема исследований морского дна и донных отложений дистанционными методами связана с тем, что только акустические волны распространяются в воде с малым затуханием. При этом, чем

ниже частота колебаний, тем меньше затухание. Вторая особенность - сохранение когерентности зондирующего сигнала при распространении и рассеянии на неоднородностях. Первые акустические системы - гидролокаторы бокового обзора, эхолоты и профилографы, разработанные в 60-е годы, излучали тональные импульсные посылки в диапазоне частот 3-500 кГц. При этом на низких частотах системы обеспечивали большие - несколько км дальности зондирования, но с малым разрешением по дальности из-за узкополосности акустических излучателей – около 10% от излучаемой частоты. Высокочастотные системы позволяют получить высокое разрешение до 5 см, но на дальностях до 50–100 м. Увеличение дальности действия гидролокаторных систем за счет увеличения излучаемой мощности ограничивается кавитацией на поверхности излучателя. Противоречие снимается при применении сложных зондирующих сигналов с большой базой и корреляционной обработки эхосигналов. Однако реализация этого метода подразумевает сохранение когерентности сигнала при распространении и рассеянии. В начале 80-х годов в ФИРЭ РАН был создан и испытан совместно с НИПИ «Океангеофизика» в г. Геленджике экспериментальный образец гидролокатора бокового обзора диапазона 100 кГц с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ 10 кГц) зондирующего сигнала. Проведенные эксперименты показали, сохранение когерентности эхосигналов и возможность применения алгоритмов сжатия сигналов. Фрагменты полученного акустического изображения приведены на рис. 1.

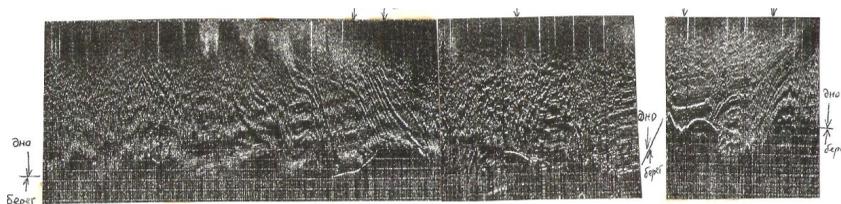


Рис. 1. Фрагменты съемки дна в Геленджикской бухте ГБО с ЛЧМ зондирующим сигналом.

В начале 80-х годов была поставлена задача создания ГБО дальнего действия для изучения строения дна океана и поиска ЖМК. Для этих целей в ИО РАН им. П.П. Ширшова был создан и испытан ГБО в диапазоне 6 кГц с тональной посылкой, с наклонной дальностью зондирования около 6 км. Была отмечена необходимость

увеличения энергетического потенциала. С этой целью за короткое время совместно с ИРЭ РАН удалось модернизировать ГБО дальнего действия ИО РАН, увеличив его энергетический потенциал более, чем в 100 раз за счет применения сигнала с ЛЧМ и цифровой корреляционной обработки эхосигналов. Прибор был испытан в четвертом рейсе НИС «Академик Келдыш» в Тихом океане и шестом рейсе в Индийском океане. Экспериментальный гидролокатор имел обзор на один борт, при этом на глубинах 5-7 км обеспечивалась полоса картирования 12-15 км с детальностью около 5 м. В результате была разработана методика обнаружения и измерения продуктивности полей ЖМК (Рис. 2).

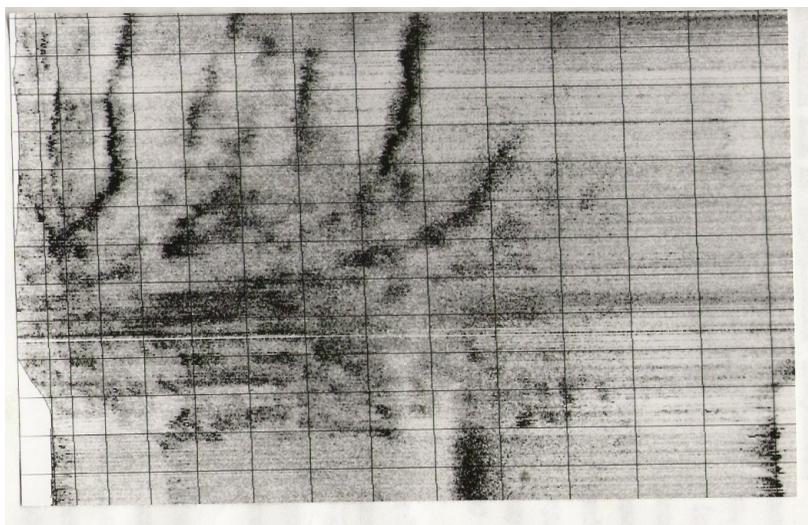


Рис. 2. Акустическое изображение поля ЖМК. Шаг сетки 1 км.

Проведенные эксперименты подтвердили важные преимущества разработок с ЛЧМ, в сравнении с традиционными гидролокаторами, использующими тональные зондирующие импульсы. Это увеличение энергетического потенциала и разрешающей способности, увеличение помехозащищенности и связанной с этим электрической и акустической совместимостью различных приборов, увеличение возможности автоматизации гидролокационных систем различного назначения.

Для создания промышленного образца ГБО дальнего действия в ФИРЭ РАН в середине 80-х годов была создана лаборатория, которая по заданию Мингео СССР разработала и совместно с НИПИ «Океангеофизика» создала буксируемый гидролокатор бокового обзора дальнего действия «Океан-Д», работающий в диапазоне частот 10 кГц, и обеспечивающий полосу съемки акустического изображения морского дна на глубинах до 6 км в полосе 30 км. Прибор был выпущен малой серией и широко использовался для разведки рудных образований на морском дне в НПО «Южморгеология». Работы, проводимые в ФИРЭ РАН, были поддержаны Главным управлением навигации и океанографии (ГУНИО МО СССР) и ГКНТ СССР (Миннауки). В результате в ФИРЭ РАН были разработаны, испытаны несколько гидроакустических систем на новых принципах, использующих зондирующие сигналы большой длительности с внутриимпульсной модуляцией и корреляционную систему цифровой обработки эхо-сигналов. К ним относятся: набортные гидроакустические комплексы площадной съемки рельефа и грунта морского дна – АГКПС-200 (80 кГц) и "Коралл"-300 (80-240 кГц), буксируемые АГКПС-1500 (30 кГц) и АГКПС-5000 (12 кГц), высокочастотный гидролокатор “Кедр” (400 кГц, набортный и буксируемый варианты), профилографы (5-15 кГц, набортный или буксируемый (последний в едином модуле с ГБО “Кедр”). Во всех системах используются цифровые методы формирования и обработки сигналов, применяются ЛЧМ зондирующие сигналы (производится соответствующая корреляционная обработка - согласованная фильтрация принятого сигнала, а в АГКПС-200/1500/5000 и "Коралл"-300 - и фазовая обработка). Комплекс АГКПС 1500 во время испытаний позволил обнаружить затонувшую подводную лодку «Курск» определить точные координаты носовой и кормовой частей. Системы построены по модульному принципу и при работе могут комбинироваться в различных сочетаниях. Навигационные данные поступают в комплексы с любого спутникового приемника и цифровых датчиков определения пространственного положения. За рубежом подобные разработки появились только в середине 90-х годов.

В настоящее время акустические гидролокационные системы когерентного зондирования стали основным инструментом дистанционных измерений рельефа морского дна и структуры донных отложений. Для одновременных измерений рельефа и получения акустических изображений донной поверхности к настоящему времени сформировались два основных, в некоторой степени

конкурирующих, класса систем – это интерферометрические гидролокаторы бокового обзора и многолучевые эхолоты [1]. Если в состав обзорного ГБО входит обычно одна антенна на борт, интерферометрического ГБО – две, три, то многолучевые эхолоты представляют собой более сложный комплекс, состоящий из значительно большего числа приемных элементов порядка 100 и выше. Для изучения подповерхностной структуры морского дна используются низкочастотные акустические профилографы. Это, как правило, одноканальные системы, обеспечивающие непрерывное профилирование грунта вдоль трассы движения судна.

Локационные методы бокового обзора основаны на последовательном формировании данных о морском дне при движении судна (рис. 3).

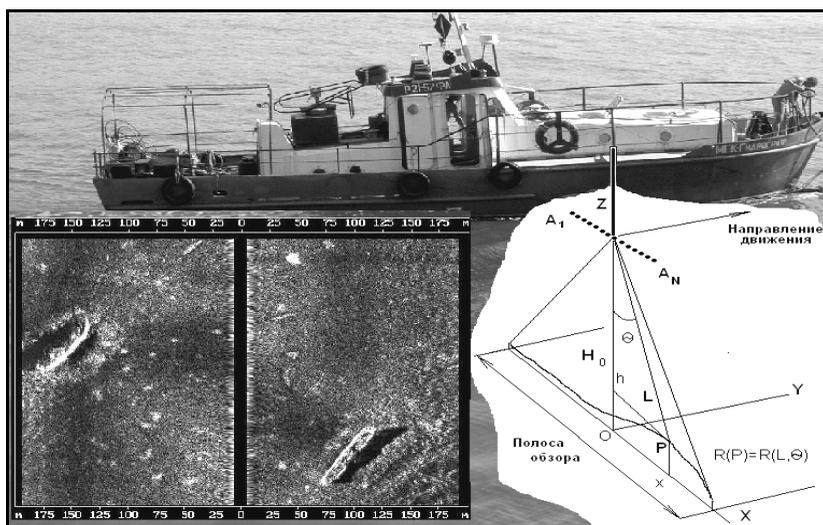


Рис. 3. Геометрия бокового обзора и фрагмент получаемого акустического изображения дна с затонувшими судами.

Импульс, излученный передающей антенной, последовательно отражается от отдельных элементов дна на разной дальности. Отраженные эхосигналы принимаются одной или несколькими приемными антеннами. Цикл, состоящий из передачи и приема, образует одну реализацию (одну горизонтальную строку акустического изображения на рис. 3, также приведен профиль рельефа для одной строки). Совокупность последовательных

реализаций, сформированных при движении судна, содержит информацию об отражательных характеристиках морского дна в полосе обзора и представляет собой акустическое изображение дна аналог оптического и радиолокационных изображений. Такие изображения предназначены для визуализации и классификации объектов. Для примера на рисунке приведен фрагмент акустического изображения участка дна с двумя затонувшими судами. Полоса обзора определяется диаграммой направленности приемных элементов, энергетическими характеристиками, формой рельефа морского дна, задается обычно в глубинах H_0 "под собой" и составляет $4 - 10 H_0$. Использование антенн с узкими диаграммами направленности в боковом направлении обеспечивает определенную двухмерность измерений в плоскости бокового обзора. Морское дно рассматривается как пространственная среда с коэффициентом обратного рассеяния, зависящим от дальности L и угла θ между вертикалью и направлением прихода в плоскости бокового обзора $R = R(L, \theta)$.

Задачей обработки является оценка коэффициента отражения $R(u, \tau)$ по совокупности измерений $Z_n(t)$ и последующего определения параметров морского дна. В зависимости от количества приемных антенн в разных системах используются различные методы оценки коэффициента отражения R и параметров морского дна, а также различные ограничения на предполагаемую форму рельефа морского дна.

Зависимость модуля коэффициента отражения R от дальности служит основой для построения карт акустического изображения дна. Отсутствие угловой избирательности в одноканальных обзорных ГБО не является препятствием при использовании этого класса систем для исследования относительно плоских районов морского дна, поиска малоразмерных предметов, деталей рельефа типа борозд, траншей, камней. Обычно обзорный ГБО представляет собой одноканальный гидролокатор правого и левого борта, с независимыми приемопередающими антеннами, имеющими узкую (около 1 градуса) диаграмму направленности вдоль линии движения носителя и, как правило, цифровую систему формирования, обработки и регистрации сигналов. Тип излучаемых импульсов – тональные и ЛЧМ посылки. Рабочие частоты от 10 до 500 кГц. В тональном режиме длительность импульса составляет доли миллисекунд, в ЛЧМ режиме достигает нескольких секунд. Фрагмент акустического изображения, полученный в ходе работ по обследованию трассы прокладки

оптического кабеля в ледовых условиях Арктики, показан на рис. 4. На рис. 4. хорошо видны следы ледовой экзарации от крупного айсберга на дне.

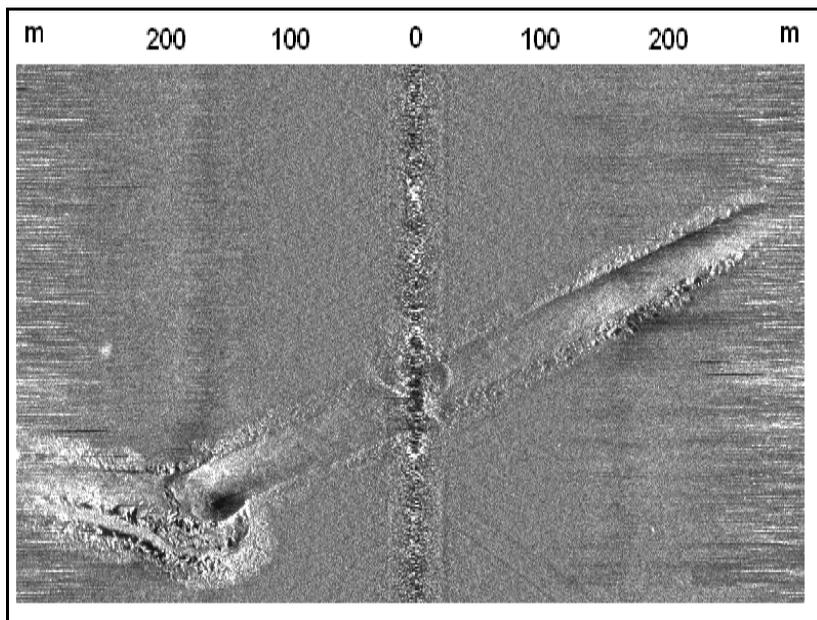


Рис. 4. Следы ледовой экзарации от крупного айсберга на дне.

Для вычисления глубин в полосе съемки используются многолучевые эхолоты или интерферометрические ГБО, включающие дополнительные приемные каналы с набором антенн в вертикальной плоскости. Обработка сигналов в интерферометрическом ГБО основана на вычислении угла прихода и осуществляется путем измерения фазы Ψ комплексно-сопряженного произведения пары отсчетов двух каналов (интерферометра).

Одним из одноканальных приборов, где ЛЧМ сигналы широко используются для повышения энергетического потенциала, являются акустические линейные профилографы. Многолетний опыт использования низкочастотного профилографа с ЛЧМ зондирующими сигналами, разработанного в ИРЭ РАН, подтвердил его высокие эксплуатационные возможности и позволил выявить некоторые особенности интерпретации получаемых результатов. Рабочая частота

профилографа 5 кГц, полоса частот порядка 4 кГц, излучаемая мощность порядка 3 Квт. В состав профилографа входит: девятиэлементная антенная система, электронная система формирования зондирующих посылок (цифровой синтезатор), излучатель мощности, интерфейс ввода информации в РС. Прибор содержит цифровую систему сбора, отображения и обработки данных. Предназначен для обследования рельефа дна и донных отложений на глубинах от 20 м до 3000 м. Программы сбора данных обеспечивают когерентный ввод эхосигналов, ввод навигационной информации с датчиков GPS и пространственного положения судна, отображение информации в реальном времени и архивирование полученных данных.



Рис. 5. Акустическая антенна эхолота-профилографа.

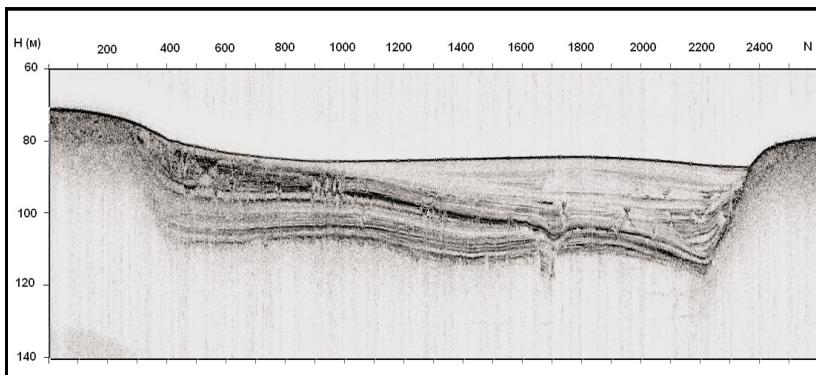


Рис. 6. Фрагмент профилирования морского дна в ледовых условиях Чукотского моря.

На рис. 6 приведен фрагмент профилирования морского дна в ледовых условиях Чукотского моря. Глубина примерно 70 метров. Результат профилирования показывает высокую помехозащищенность прибора, позволившую реализовать высокое разрешение донных отложений. Приведенный фрагмент интересен еще и тем, что хорошо видна впадина заполненная осадками. Такой вид вполне могло иметь русло древней реки после опускания суши и наступлении моря. Высокий энергетический потенциал при применении ЛЧМ зондирующих сигналов позволяет производить профилирование донных отложений при больших глубинах моря. На рис. 7 показан результат профилирования с борта судна в Японском море на глубинах в диапазоне от 1200 м. до 1400 м. Район характеризуется изменяющимся рельефом с толстым слоем пластичных отложений. Первое отражение соответствует глубине и подтверждено результатами промера однолучевым и многолучевым эхолотами. По горизонтальной оси отложено пройденное расстояние в метрах, а по вертикальной оси глубина в метрах. Как видно на рисунке, глубина профилирования составляет 100 и более метров, характер отложений на склонах имеет слоистую структуру, характерную для илистых глин. Во впадине характер профилограммы более однородный по глубине, что характерно для супесей.

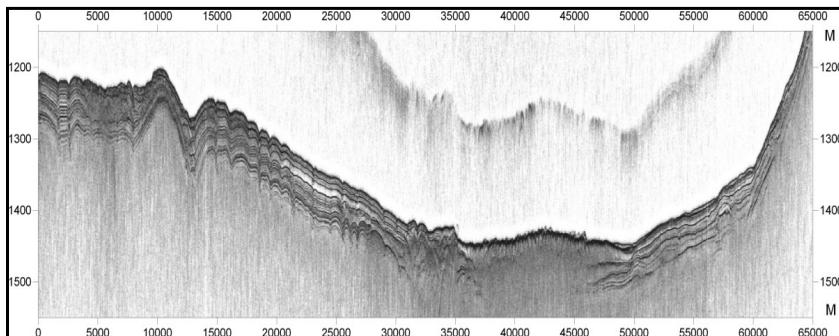


Рис. 7. Результат профилирования с борта судна в Японском море на глубинах в диапазоне от 1200 м. до 1400м.

ЦЕНТР ЕСИМО РАН И МИНЭКОНОМРАЗВИТИЯ

**Шаповалов С.М., Свиридов С.А., Соловьев В.А., Зарецкий А.В.,
Метальников А.А., Новиков Ю.В.**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, Москва, ГСП-7, Нахимовский проспект, 36,
тел: (495)719-00-35, e-mail: esimo@ocean.ru,
<http://www.ocean.ru>*

The Center ESIMO of the Russian Academy of Sciences.

В рамках реализации мероприятий подпрограммы “Создание единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане” (ЕСИМО) Федеральной целевой программы “Мировой океан” в 2006 г. был создан Центр ЕСИМО Российской академии наук в рамках Научно-координационного центра океанологического центра РАН (НКОЦ). при Институте океанологии им. П.П. Ширшова совместно с Министерством экономического развития и торговли Российской Федерации.

Согласно концепции ЕСИМО основная цель этой программы состоит в реализации государственной политики в части управления информационными ресурсами об обстановке в Мировом океане, повышения эффективности деятельности по изучению Мирового океана и использования его ресурсов путем осуществления

комплексного и полноценного информационного обеспечения морской деятельности.

В период с 2006 г. по 2011 г. год в Центре были введены в опытную эксплуатацию следующие информационные технологии ЕСИМО:

1. Технология информационной поддержки исследований Мирового океана.

Целью функционирования технологии является информационное обеспечение научных исследований Мирового океана ресурсами ЕСИМО, результатами исследования природы Мирового океана для интегральной оценки обстановки в Мировом океане глобального, регионального и локального уровня.

Разработаны программные и информационные компоненты технологии, база данных и техническая документация в целях расширения объема информации предоставляемой в ЕСИМО для комплексного информационного обеспечения научных исследований Мирового океана.

Технология информационной поддержки исследований Мирового океана включает в себя:

- программное обеспечение технологии;
- базу научных данных НИР;
- программное обеспечение информационно-коммуникационного комплекса информационного взаимодействия ЕСИМО с аппаратно-программным комплексом научно-исследовательских судов (ИККВ НИС)

Web-интерфейс автоматизированного рабочего места ведения базы данных НИР показан на рис. 1.

Доступ к автономному приложению предоставляется по адресу: <http://fcr.ocean.ru/> зарегистрированным пользователям.

На рис. 2 показан пример отображения информации ИККВ НИС через WEB интерфейс в реальном масштабе времени.

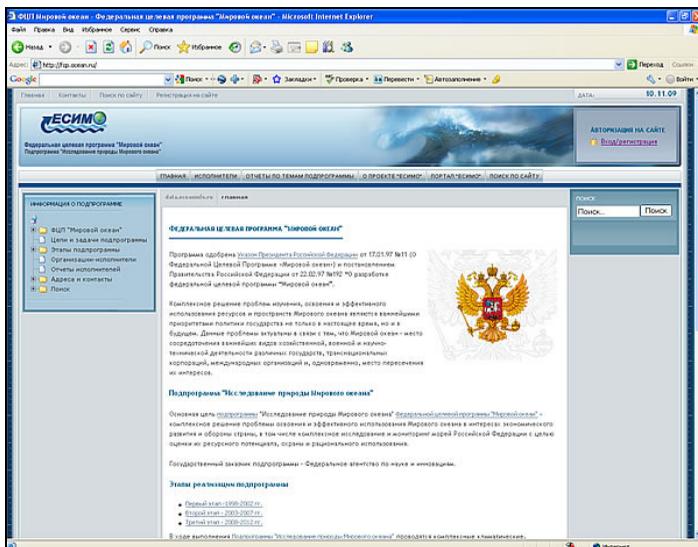


Рис. 1. База данных НИР.

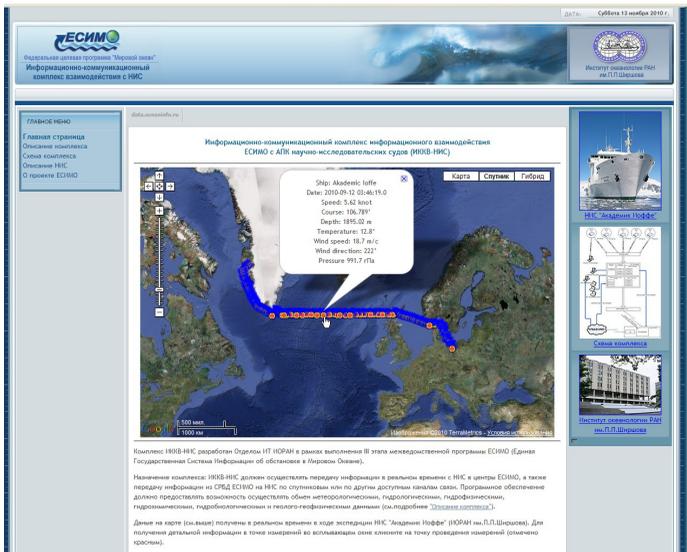


Рис. 2. WEB интерфейс ИКВВ ИИС.

2. Технология подготовки и ведения информации о социально-экономических аспектах морской деятельности РФ.

Программное обеспечение технологии обеспечивает выполнение следующих функций ввод и обработку параметров, характеризующих экономические аспекты морской деятельности РФ – улов рыбы и других морепродуктов, численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, коэффициенты миграционного прироста, число организаций, выполняющих инновационные исследования и разработки, численность персонала, занятого инновационными исследованиями и разработками.

База данных о социально-экономических условиях в морских субъектах Российской Федерации включает информацию за 2000 - 2010 годы по следующим категориям: управление, устройство и условия, экономика и финансы, хозяйство, торговля и услуги, транспорт и связь.

WEB-приложение находится по адресу: <http://economy.ocean.ru/>.
Стартовая страница WEB-приложение показана на рис. 3.

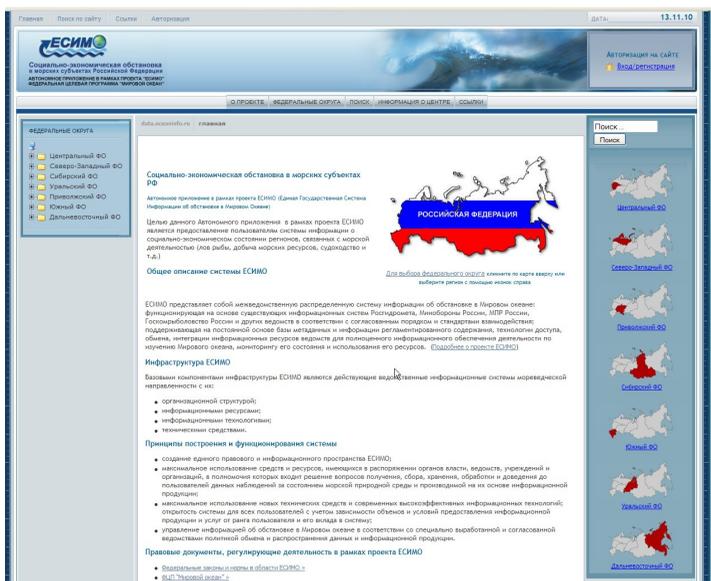


Рис. 3. Стартовая страница WEB-приложения.

3. Раздел Электронного морского Атласа ЕСИМО

Для включения в состав Электронного морского атласа ЕСИМО подготовлены следующие тематические электронные ГИС слои:

- донные осадки - Баренцево море;
- макробентос - Баренцево море;
- ландшафтно-геохимическая карта - Баренцево море;
- палеогеографическая карта шельфа - Баренцево море;
- температура дна - Баренцево море;
- субаквальная криолитозона шельфа - Баренцево море;
- палеогеографическая карта шельфа - Карское море;
- температура дна - Карское море;
- субаквальная криолитозона шельфа - Карское море;
- карта условий осадконакопления и литофаций Черного моря для предчетвертичного времени;
- карта условий осадконакопления и литофаций Черного моря для позднесарматского времени;
- карта зон газонакопления восточной акватории Азовского моря;
- карта нефтегазогеологического районирования Черноморского региона;
- карта зон нефтегазонакопления северо-восточной части Черноморского региона.

Все вышеперечисленные информационные технологии ЕСИМО введены в опытную эксплуатацию.

ИЛЛЮСТРАЦИИ

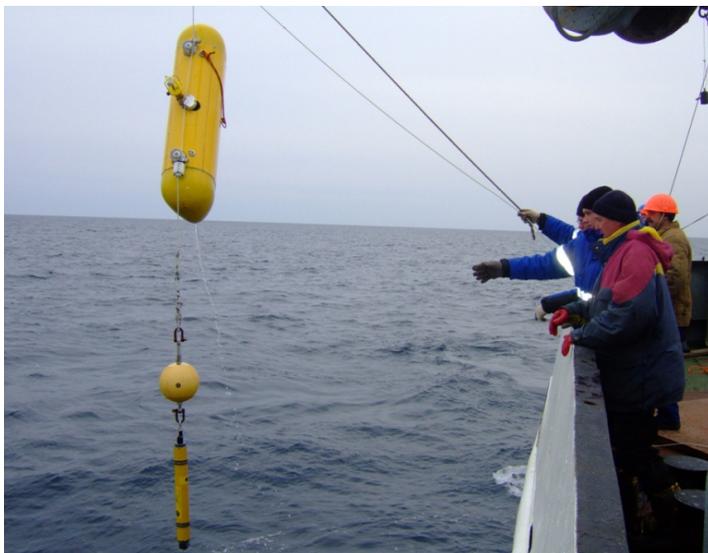
(нумерация иллюстраций: номер доклада– номер рисунка в докладе)



Илл. 1- 2. ГОА «Мир» в процессе спуска в воду подъемным краном при работах на озере Байкал в 2008-2011 годах.



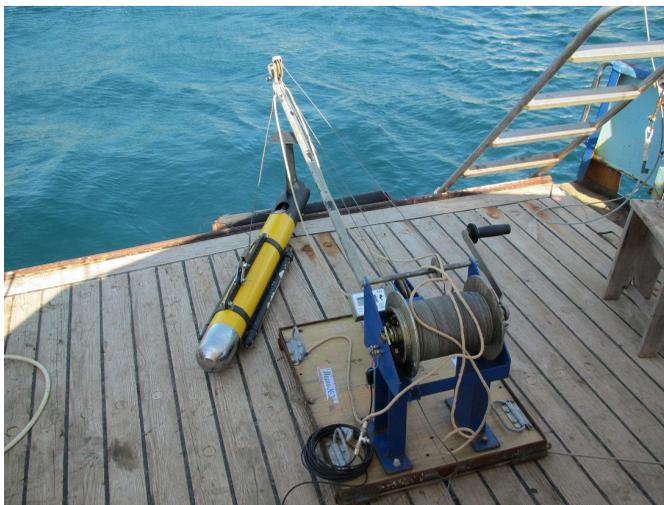
Илл. 1-3. ГОА «Мир» над водой при спуске в районе губы Фролиха на Байкале. Экспедиция 2008-2010г. Манипуляторы ГОА удерживают «Лендер ИО РАН».



Илл. 1- 5. Испытания гидрофизического комплекса «АКВАЛОГ» на Черном море осенью 2008 года в районе г. Геленджик.



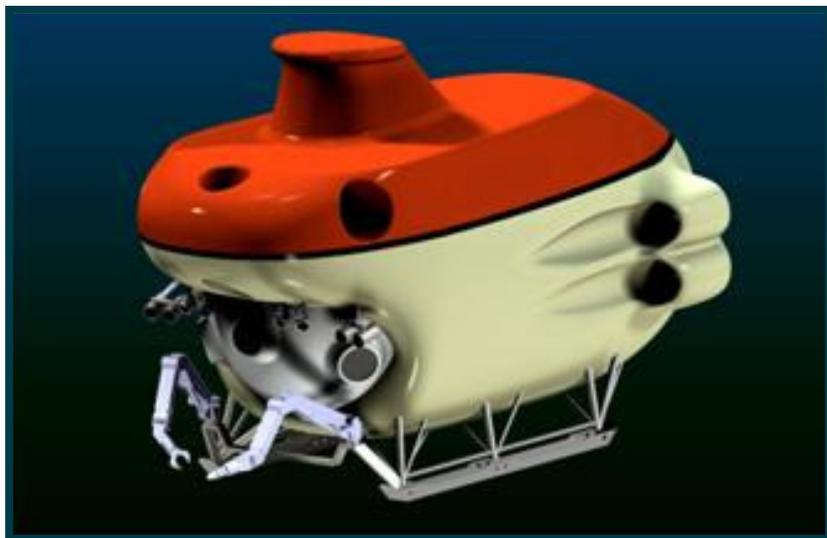
Илл. 1-7. Базовая модель подводного телеуправляемого аппарата класса мини ГНОМ «Супер».



Илл. 1-8. Модернизированный глубоководный (2000 м) гидролокационный комплекс «СФ-ТМ» на палубе НИС «Ашамба» при обследовании объектов МЧС России в 2011 г.



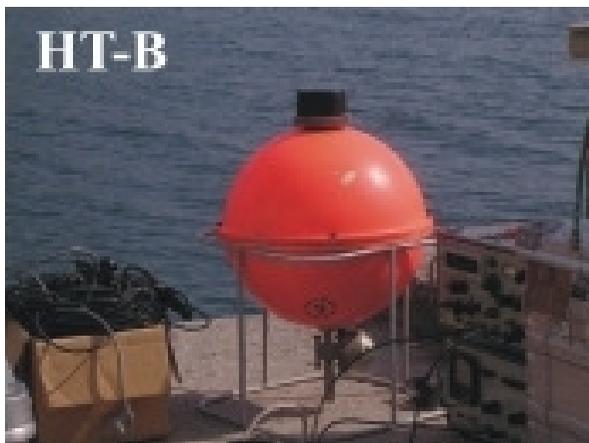
Илл. 1-10. Фланец тест-камеры со шпильками и крышка перед закрытием.



Илл. 3-1. Подводный обитаемый аппарат «Рифт».



Илл. 3-2. ROSUB-6000.



Илл. 3-3. Донный маяк-ответчик.



Илл. 3-4. Гидроакустические размыкатели.



Илл. 3-5. Подводный геофизический комплекс.



Илл. 3-6. Подводная геофизическая обсерватория.



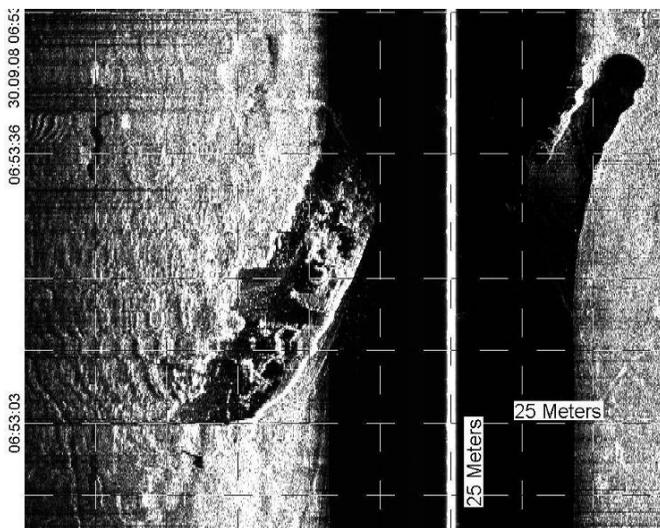
Илл. 3-7. Сейсмоприемники.



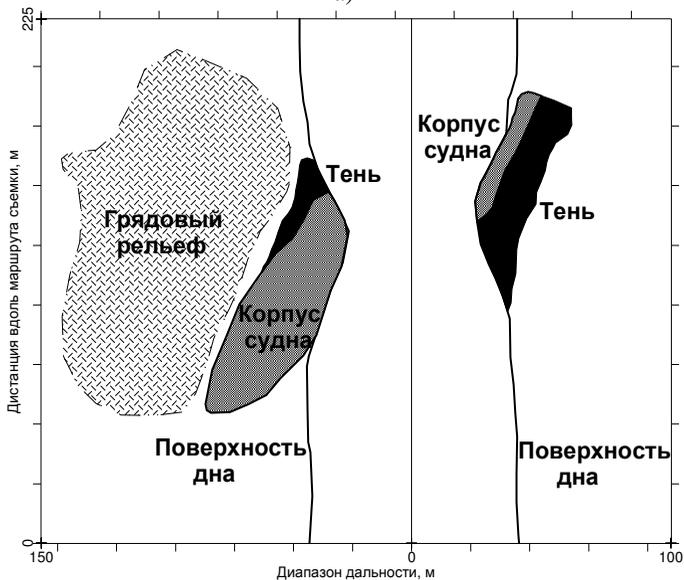
Илл. 17-1. АНПА перед спуском на воду.



Илл. 18-1. Видеомодуль.



а)

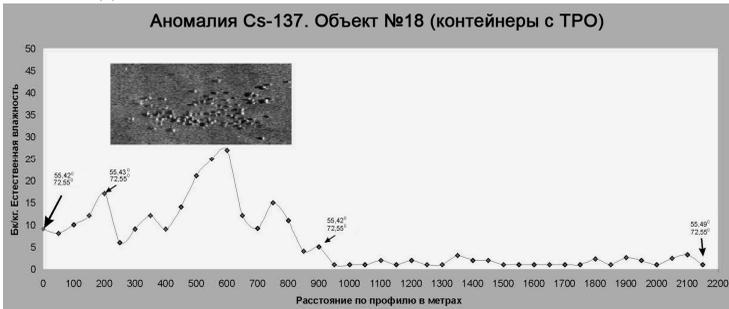


б)

Илл. 19-1. Т/х «Адмирал Нахимов», водоизм. – 9000т, дл. - 174,3м, гл. 46м, Цемесская бух., 44°35,85' с.ш.; 37°52,80' в.д., ГБО «Микросаунд» (240кГц), а – гидролокационное изображение, б – схема интерпретации.



Илл. 24-1. Аномалия Cs-137 в районе объекта № 15. Экранная сборка ледокола Ленин.



Илл. 24-2. Аномалия Cs-137 в районе объекта № 18. Контейнеры с ТРО.



Илл. 24-3. Аномалия Cs-137 в районе объекта № 32. Контейнеры с ТРО.



Илл. 29-1. Лендер ИО РАН.



а



б

Илл. 29-2. а) Донная станция «Лендер-Мир», удерживаемая манипуляторами ГОА «Мир-2», в процессе постановки ГОА на палубу судна после погружения, б) донная станция «Лендер-Мир» на дне озера Байкал в районе мыса «Горевой Утёс» на глубине 864 м.



Илл. 40-1. Телеуправляемый подводный аппарат «Гном» на борту НИС «Днеб».



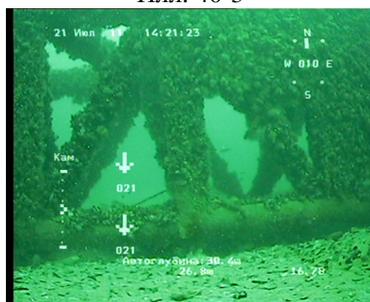
Илл. 40-2.



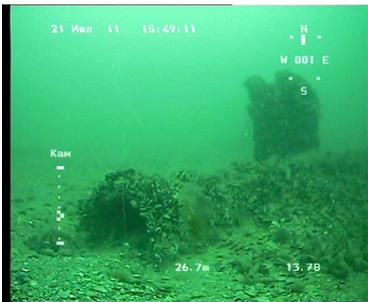
Илл. 40-3



Илл. 40-4.



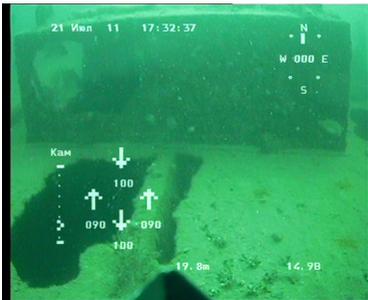
Илл. 40-5.



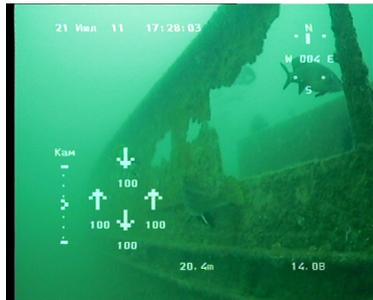
Илл. 40-6.



Илл. 40-7.



Илл. 40-8.



Илл. 40-9.



Илл. 40-10.



Илл. 40-11.



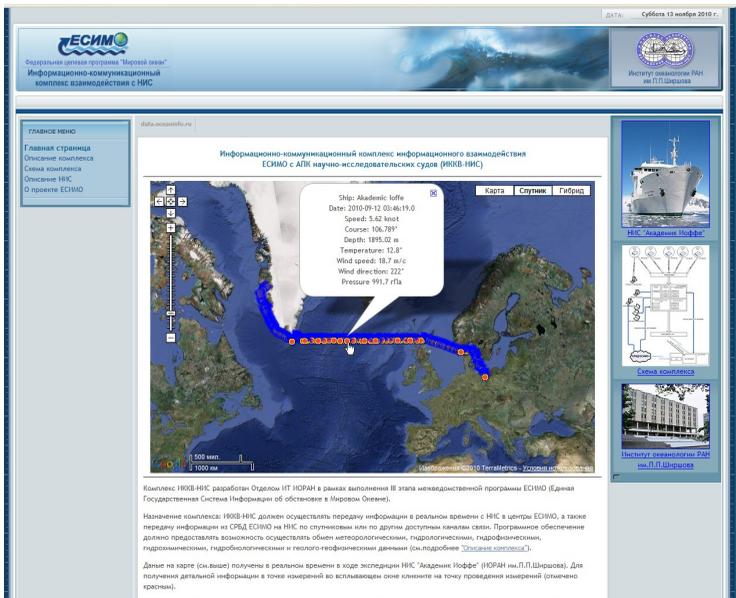
Илл. 42-1. СуперГНОМ ПРО-2.



Илл. 42-2. Видеокамера с сервоприводом наклона.

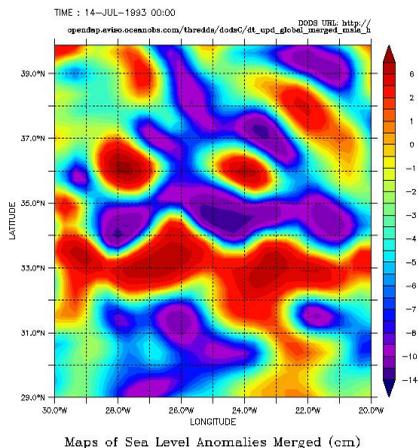


Илл. 42-3. Осветители с сервоприводом наклона.



Илл. 46-3. Отображение информации ИККВ НИС через WEB интерфейс в реальном масштабе времени.

LAS 7.+ / Ferret 6.1 NGA/PIREL



Илл. 48-2. Аномалии уровня океана на 14 июля 1993 г. Стрелкой показано местоположение ВТВ. Альтиметрия получена с сайта www.avis.com.



а



б

Илл. 65-1. Наружная часть комплекса 900-атмосферной тест-камеры в Южном отделении Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.



Илл. 65-2. Отверстие во фланце камеры с резьбовыми отверстиями для ввода в камеры гидравлических, электрических и пневматических магистралей для обеспечения функционирования испытываемого оборудования и измерительных приборов.



Илл. 65-3. Спуск в камеру пространственной рамы с закрепленными на ней испытываемыми элементами движительно-рулевого комплекса АСА «Бестер».

Авторский указатель

- А**
Агафонов А.В. 230
Аксенов М.Б. 138
Алексеев С.Ю. 109
Алексеев Ю.К. 21
Асавин А.М. 173
Артамонова А.В. 240, 245,
248
Афанасьев В.Н. 69
Афанасьев М.С. 85, 87, 91
- Б**
Баранов В.С. 230
Беликов Р.А. 130, 132
Белькович В.М. 130, 132
Блинов В.С. 118
Блинцов В.С. 51
Бышев В.И. 167, 182
- В**
Вайнерман М.И. 28
Веденёв А.И. 201
Вельтишев В.В. 24
Вельтишев Вит.В. 60, 195
Венцут Ю.И. 123
Владимиров М.А. 89
Вязилов Е.Д. 153
- Г**
Горлов А.А. 31, 35, 40, 44
Грибов Б.Э. 240
Григорьев А.Г. 89
Громашева О.С. 178
Гуреев Б.А. 123
- Д**
Дубровин Ф.С. 66
Дунчевская С.В. 98, 205
- Е**
Егоров А.В. 11, 69, 101
Егоров С.А. 60, 64, 195
Елкин А.В. 138, 144, 147, 152,
240
Ермаков Д.А. 144
- Ж**
Жулёва Е.В. 173
- З**
Зарецкий А.В. 11, 93, 156, 159, 189,
268
Зимин А.В. 186
- И**
Иванов В.Н. 201
- К**
Каевицер В.И. 134, 259
Кайфаджян А.А. 111
Капцов А.С. 240
Карабашева Э.И. 85
Караев Р.Н. 236
Комаров В.С. 230, 252, 255
Комолов М.В. 147
Копелевич О.В. 123
Корчагин Н.Н. 77
Кочетов О.Ю. 201
Кузнецов В.А. 245
Куренков Г.И. 209
Куценко А.С. 60, 64, 195
- Л**
Лавров Д.И. 118
Лаврова О.Ю. 163
Левченко В.А. 123
Лежнин В.А. 69
Лискин В.А. 69, 101, 127, 129, 199
Литвиненко С.Л. 81
Лузян Е.А. 163
Лысенко У.А. 178
Лямина Е.А. 248
- М**
Марченков В.В. 163
Метальников А.А. 156, 159, 268
Минин М.В. 28
Михайлов Н.Н. 153
Молчанов А.В. 55, 64
Муравьев Е.В. 186
Мустафа-заде С.Н. 236
Мысливец И.В. 144, 147, 152

О
Островский А.Г. 11

П
Панова Е.М. 130
Пасютенко С.Н. 118
Пономарев Л.О. 28
Пронин А.А. 69, 72, 77, 199
Пырков В.Н. 163

Р
Римский-Корсаков Н.А. 11,
69, 72, 77, 101
Рожков А.Н. 101
Розман Б.Я. 11, 134, 138, 144,
147, 152, 240
Руссак Ю.С. 127, 129, 199
Рябков В.П. 118

С
Сагалеви́ч А.М. 11, 18, 101
Свиридов С.А. 156, 159, 268
Северов С.П. 245, 248
Семенов В.И. 163
Семенова О.В. 104
Сергеев А.Ю. 89
Серых В.Я. 35, 40, 44
Серых И.В. 182
Скалацкий Н.О. 222
Скалацкий О.Н. 11, 222, 224
Скляр В.Е. 164, 167
Смирнов А.В. 104
Соловьев В.А. 156, 159, 269
Солодилов А.В. 163
Степанова Н.Б. 192
Суконкин С.Я. 20
Сычев В.А. 98, 130, 170, 197

Н
Надточий В.А. 51
Нерсесов Б.А. 85, 87
Никитин Г.А. 197
Новиков В.И. 58
Новиков Ю.В. 268

Т
Тандит А.В. 118
Тандит В.Л. 118
Ткаченко А.О. 111
Туфанов И.Е. 66

У
Углев В.А. 95
Ушивцев В.Б. 144

Ф
Фаздуллин С.М. 98

Ц
Цибульский А.Л. 230

Ч
Черкашин С.В. 227
Черненко К.В. 48, 58
Черняев Е.С. 101

Ш
Шабалин Ю.В. 205
Шаповалов С.М., 268
Шатравин А.В. 201
Шерстов Е.А. 138, 144, 147

Щ
Щербатюк А.Ф. 66

Э
Эделев О.К. 28

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА
ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Материалы XII Международной научно-технической
конференции «МСОИ-2011»**

Москва, 23-25 ноября 2011 г.

Том II

