

ХІ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ ЧАСТЬ II



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИНСТИТУТ
ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П.ШИРШОВА РАН

МГТУ им. Н.Э. Баумана

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ЧАСТЬ II

МОСКВА 2009

УДК 551.46.07
ББК 26.221, М 34

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. Лаверов Н.П. | академик, вице-президент РАН,
<u>председатель;</u> |
| 2. Нигматулин Р.И | академик, директор ИО РАН,
<u>сопредседатель</u> |
| 3. Смирнов Г.В. | академик, зав. лабораторией ИОРАН,
<u>сопредседатель;</u> |
| 4. Еремеев В.Н. | академик НАНУ, директор Центра морских
исследований (Украина),
<u>сопредседатель;</u> |
| 5. Римский-
Корсаков Н.А. | к.т.н., зам. директора ИО РАН,
<u>сопредседатель;</u> |
| 6. Нерсесов Б.А. | д.т.н., гл. н. с. ИО РАН,
<u>ученый секретарь;</u> |
| 7. Лобковский Л.И. | чл.-корр.РАН, зам. директора ИО РАН; |
| 8. Флинт М.В. | д.б.н., зам. директора ИО РАН; |
| 9. Алексеев А.В. | чл.-корр., гл.н.с. ИО РАН; |
| 10. Жмур В.В | д.ф.-м.н., нач. управления РФФИ; |
| 11. Марш Ричард | директор фирмы «Tritech», (Великобритания); |

- | | |
|--------------------------|--|
| 12. Хони Джон | директор фирмы «Shark Marin»(Канада); |
| 13. Коллинз Марк | директор фирмы «SMD Hydrovision»,
(Шотландия); |
| 14.Тенберг Андерс | профессор Гетеборгского университета,
(Швеция); |
| 15.КоноваловЮ.М. | ген. конструктор ГУП СПБМ «Малахит»; |
| 16. Пронкин А.П. | ген. директор «Южморгеология»; |
| 17. Фалеев М.И. | нач. департамента МЧС РФ; |
| 18. Суконкин С.Я. | к.т.н., директор ОКБ ОТ РАН; |
| 19. Смирнов А.В. | к.т.н., уч. секр. НИИ СМ МГТУ |

Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОИСКОВЫХ РАБОТ,

6

ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ

Покрышкин А.А., Сычев В.А. Инновационный центр
«Подводные и морские технологии».....

7

Караев Р.Н. Мираламов Г.Ф. Самедов Т.А. Подводное
инженерно-техническое обслуживание морских

нефтепромыслов.....	13
Смирнов А.В., Новиков В. И. Маневрирующий робот – зонд для исследования Северных морей.....	14
Смирнов А.В., Новиков В.И. Выбор мощности лагового движителя рабочего ПТА при работах в Арктических морях....	18
Смирнов А.В., Серых В.Я. Технология использования роботов со световолоконной жилой.....	20
Вельтищев В.В., Иванов В.И., Козловский В.Г. Кротов А.Н., Тетющенко А.И. Комплекс манипуляторов для серии глубоководных обитаемых аппаратов.....	22
Соколов Б.А., Щербаков А.Н., Глухих И.Н., Челяев В.Ф. Применение отечественных водородных технологий в системах энергоснабжения автоматических подводных аппаратов.....	24
Куренков Г.И., Яхонтов Б.О. Программа "Черномор", место и роль в изучении Мирового океана.....	27
Яхонтов Б.О. Методы газового анализа при повышенном давлении в барокамере.....	

	31
Яхонтов Б.О., Куренков Г.И. Физиологические критерии для расчета систем жизнеобеспечения обитаемых барокамер.....	35
Яхонтов Б.О. Проблемы регистрации некоторых физиологических параметров в гипербарической среде.....	39
Телегина Е.Б., Федонюк Н.Н. Сферопластики для обитаемых подводных технических средств изучения и освоения глубин Мирового океана.....	43
Никитин Г.А., Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А. Классификация гидролокаторов бокового обзора.....	49
Никитин Г.А., Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А. Основные принципы создания и использования гидролокаторов бокового обзора.....	54
Смолин В.В., Соколов Г.М. Становление в ВМФ метода проведения водолазных работ из условий длительного пребывания	57
Северов С.П., Розман Б.Я., Елкин А.В., Мысливец И.В., Шерстов Е.А. Классификация ROV.....	61

Северов С.П., Розман Б.Я., Елкин А.В., Мысливец И.В., Шерстов Е.А. Подводные роботы на шельфе.....	65
Соловьев В.А., Зарецкий А.В., Свиридов С.А., Метальников А.А. Проект технологии информационной поддержки исследований Мирового океана в составе ЕСИМО....	69
Горлов А.А. Результаты и планы работ по энергетике океана.....	73
Сычев В.А., Зарецкий А.В. Некоторые практические аспекты работы с привязными подводными аппаратами.....	78
Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А., Лежнин В.А. Гидролокатор бокового обзора для шельфовых глубин.....	81
Сычев В.А., Бриллиантов А.Н. Фазовые батиметрические гидролокаторы SEAPlus.....	85
Рублев В.П., Короченцев В.И., Ольшанский В.М. Магнитогидродинамический изучатель.....	88
Соловьёв В.А., Зарецкий А.В., Шаповалов С.М., Свиридов С.А., Метальников А.А. Структура базы данных результатов научных исследований по ФЦП «Мировой океан»...	93
Рублев В.П., Ольшанский В.М. Электромагнитный канал подводной связи и управления подводными объектами.....	

Егоров С.А. Система управления движением телеуправляемого подводного аппарата совместно с носителем...

101

Веденев А.И., Кочетов О.Ю., Иванов В.Н. Автономные станции для гидроакустических исследований с беспроводной передачей данных.....

103

Егоров С.А. Система управления движением телеуправляемого подводного аппарата по заданной траектории

106

Егоров С.А., Куценко А.С., Гуридова О.В. Управление движением автономного подводного аппарата при поиске цели..

109

Комаров В.С. Использование морских течений для электропитания долговременных океанологических буёв и станций.....

111

Дробаденко В.П., Малухин Н.Г., Тимошенко С.В., Луконина О.А., Вильмис А.Л. Испытания новой технологии эрлифтного грунтозабора для подводных исследований и поисковых работ.....

113

Подкопаев Д.М., Зубченко А.Г., Колмаков И.А., Власенко А.А. Использование подводных аппаратов на международном учении по спасению экипажей ПЛ, «БОЛД

МОНАРХ – 2008».....

117

Башилов И.П., Белов С.В., Зубко Ю.Н., Леденев В.В., Лукьянов Д.В., Макаров К.Е., Парамонов А.А., Червинчук С.Ю.

Испытания морского донного автономного регистратора сейсмических сигналов, предназначенного для поиска залежей углеводородов и газогидратов.....

120

Черкашин С.В., Быков А.В. Глубоководные водолазные работы по обследованию затонувших объектов методом спусков в автономном режиме.....

127

Львович Ю. А., Шестаченко Ф.А. Обитаемый подводный аппарат предельных глубин (ОПА-11022).....

131

Северов С.П., Розман Б.Я., Шерстов Е.А. Международные соревнования ROV.....

135

Северов С.П., Розман Б.Я. ,Елкин А.В , Шерстов Е.А. Направления развития АНПА и ТНПА.....

138

Северов С.П., Елкин А.В. Управление проектами подводных роботов.....

141

Ажажа В.Г. «СЕВЕРЯНКА» — потаенное судно науки (К 50-летию
события).....

143

**ТЕХНОЛОГИИ ПОДВОДНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОИСКОВЫХ РАБОТ,
ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ**

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
«ПОДВОДНЫЕ И МОРСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Покрышкин А.А., Сычев В.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

117997, Москва, ГСП-7, Нахимовский проспект, 36, тел /факс: (095) 124-
85-09, e-mail: gbo@mail.ru

В докладе сообщается о создании инновационного центра «Подводные и морские технологии». Рассмотрены структура центра и схема его функционирования. Отмечается, что упор в работе центра сделан на создании банка инновационных проектов и банка потребителей, а также на подборе пар «разработчик – потребитель», заинтересованных в реализации тех или иных инновационных проектов. Предполагается, что для пополнения банка инновационных проектов могут быть использованы труды научно-технических конференций, посвященных различным областям научно-технической сферы.

Известно, что в странах с развитой рыночной экономикой инновационные проекты обеспечивают в настоящее время основной прирост ВВП. При этом проблема реализации инновационного проекта, как правило, решается «в рабочем порядке» в рамках структуры, где она появилась. В то же время в странах с экономикой переходного типа, к которым относится РФ, проблема обеспечения

инновационного пути развития требует использования «ручного режима управления», чреватого зависимостью его эффективности от алгоритма его реализации.

Это связано, прежде всего, с тем для реализации инновационных проектов необходимо развитое инфраструктурное обеспечение, которое представляет собой совокупность субъектов материального, технологического, правового характера, обеспечивающих необходимые условия для инновационной деятельности.

Кроме того, одной из важнейших проблем инновационной деятельности является проблема финансирования, которая при традиционном подходе решается путем привлечения инвесторов. Соответственно, структура созданного таким образом инновационного центра (ИЦ), включает в себя, помимо исполнителя и потребителя результатов инновационного проекта, инвестора и административную настройку ИЦ (рис. 1).

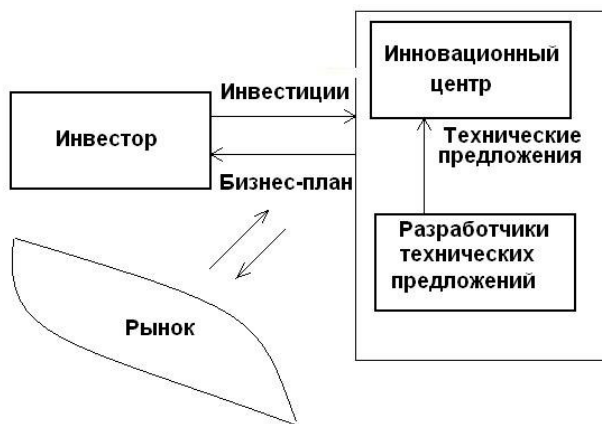


Рис. 1. Структура традиционного ИЦ.

Существенным недостатком данного подхода является противоречивость интересов участников такого конгломерата. Так, инвестора интересует, прежде всего, коммерческая сторона проекта, разработчика – новизна технического решения, а ИЦ – сам факт реализации проекта. В результате этого при отсутствии инвестиций ИЦ, как правило, прекращает свою деятельность /1/.

В связи с этим представляет интерес разработка алгоритмов реализации инновационных продуктов, которые были бы менее зависимыми как от инвестора, так и от самого ИЦ, инициирующего инновационный проект, а эффективность их определялась бы главным образом исполнителями и потребителями инновационных проектов.

Особенность предлагаемого в докладе подхода заключается в том, что основными его действующими субъектами являются, в конечном счете, исполнитель и потребитель результатов ИП, которые заинтересованы в его реализации по оптимальной схеме в отношении затрат, сроков и объема работ (рис. 2). Более того, эта схема оказывается приспособленной к реальной инфраструктуре, которой располагает исполнитель для реализации конкретного инновационного проекта.

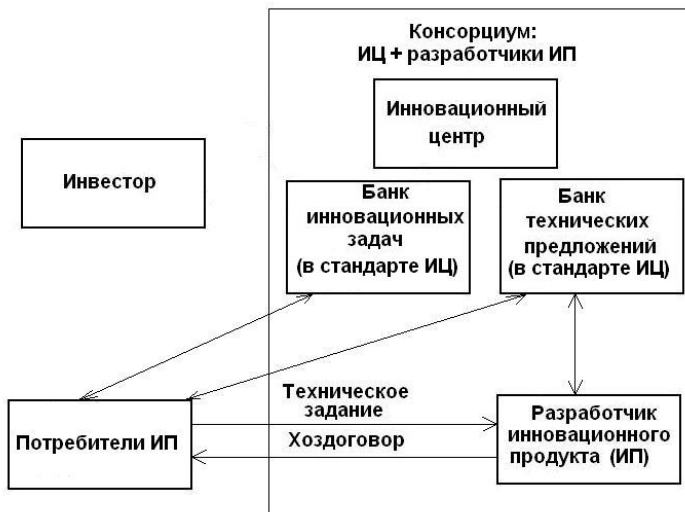


Рис. 2. Структура ИЦ на основе предлагаемого подхода.

Как показано на рис. 2, основной задачей инновационного центра при этом является создание банков технических предложений, а также - в подыскании заинтересованных пар «исполнитель-потребитель», включая разработку «правил игры», т.е. алгоритма поиска таких пар и порядка подготовки и выполнения ими инновационных проектов. Очевидно, что в случае адекватного подбора таких пар результат реализации инновационного проекта оказывается практически независимым от наличия или отсутствия инвестиций, поскольку его финансирование в этом случае ложится на потребителя ИП.

Согласно предлагаемому подходу основу инновационного центра составляет экспертный совет, состоящий из заинтересованных

лиц, в задачи которого входит оценка перспективности реализации того или иного инновационного проекта, представленного авторским коллективом. В случае положительной оценки проекта экспертным советом его рекламная версия публикуется на сайте инновационного центра, после чего осуществляется мониторинг спроса на разработку и поиск потребителей на нее, прежде всего, из числа тех, что содержатся в банке проблемных задач ИЦ.

Особого внимания при работе ИЦ заслуживает вопрос о механизме создания банков технических предложений (банка разработчиков и банка потребителей). Очевидно, что для использования в инновационном проекте технические предложения должны не только обладать элементами новизны, но и представлять коммерческий интерес для потенциальных потребителей на рынке. Важным источником для пополнения банка технических предложений ИЦ могут служить труды различных научно-технических конференций, которые целесообразно проанализировать с точки зрения их пригодности для использования в ИП. Такая работа может быть выполнена оргкомитетом конференции на основе стандартов, используемых экспертным советом ИЦ (рис.3).

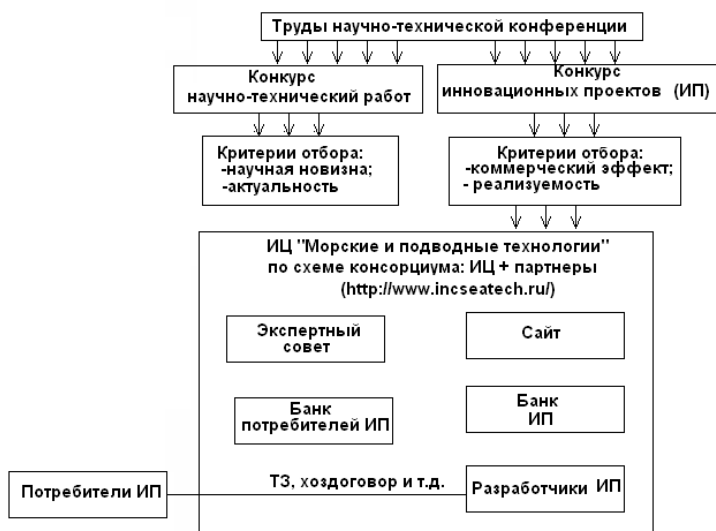


Рис.3. Схема, поясняющая механизм пополнения банка инновационных проектов, использующая результаты научно-технических конференций.

При этом может оказаться полезным подход, который заключается в использовании понятия виртуальной разработки (ВР) /2/.

Под ВР подразумевается некоторая разработка, в отношении которой заведомо известны:

- технические и потребительские характеристики;
- наличие авторского коллектива специалистов, гарантирующий доведение результата разработки до потребителя в сроки, предусмотренные техническим заданием;
- сроки, затраты и инфраструктура для ее практической реализации.

В сущности, для превращения ВР в реальный инновационный проект необходимо лишь найти инвестора, в качестве которого в идеале выступает ее потенциальный потребитель.

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 центра. Функционирование центра организовано по схеме консорциума, который представляет собой, как известно, организационную форму объединения независимых предприятий и организаций с целью координации их предпринимательской деятельности.



Рис. 4. Схема, иллюстрирующая на конкретном примере механизм функционирования ИЦ «Подводные и морские технологии».

Особенности механизма функционирования ИЦ «Подводные и морские технологии» иллюстрируются на примере реализации инновационного проекта по созданию пеленгатора «Вектор» для телеуправляемого аппарата «Гном» (рис. 4). Изначально информация о потенциальных потребителях и разработчиках указанного инновационного проекта находится из имеющихся в составе ИЦ банков разработчиков и потребителей технических предложений. Фактически в задачи ИЦ входит создание и поддержание указанных банков и подыскания подходящей пары «разработчик-потребитель». Дальнейшие действия найденных таким образом партнеров определяются приемлемой для них схемой реализации и финансирования инновационного проекта, которая оптимизируется партнерами, исходя из их возможностей.

Выводы:

1. Мониторинг результатов активности многих ИЦ, функционирующих по традиционной схеме, показал, что даже при наличии инвестиций и

административного ресурса не гарантируется эффективность их работы.

2. Основной причиной этого является отчужденность инициаторов и потребителей инновационного продукта (ИП) от механизма их реализации и финансирования.

3. В предлагаемой схеме функционирования ИЦ его основной функцией является информационное обеспечение инновационной активности, заключающееся в создании банков технических предложений (ТП) и актуальных задач, которая может выполняться с минимальными затратами заинтересованными лицами, входящими в Экспертный совет.

4. Для повышения эффективности использования указанных банков информация в них должна представлена по определенному стандарту, предполагающему полноту сведений в отношении технических характеристик ИП, сроков и затрат на их выполнение и т.п.

5. Организация работы ИЦ по схеме консорциума в виде объединения независимых структур и организаций, координирующих свою активность через ИЦ, обеспечивает гибкость и открытость структуры для реализации инновационной активности.

6. Предполагается, что данный ИЦ сможет занять нишу недорогих разработок, основанных на использовании «заделов» от НИОКР и ориентированных на удовлетворение потребностей «среднего класса», связанных с удовлетворением его интереса к подводной среде.

Литература

1. <http://www.ipmce.ru/innovationcentre/tostart/>
2. Сычев В.А. Перспективный метод реализации инновационных проектов. Тезисы докладов научно-практической конференции «Инновации РАН – 2008». Нижний Новгород. ИПФ РАН. 2008. С. 47.

ПОДВОДНОЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МОРСКИХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВ.

Караев Р.Н. Мираламов Г.Ф. Самедов Т.А.

Государственная Нефтяная Академия Азербайджанской
Республики. AZ 1010г. Баку, проспект Азадлыг,20.
Тел.: (012) 494 92 68. E-mail: raufkaraev@mail.ru

Рассматривается роль подводно-технического обслуживания в промышленном освоении морских нефтегазовых месторождений.

Излагаются основные принципы комплексной системы подводно-технического обслуживания, предусматривающей использование водолазной техники, глубоководных водолазных комплексов и подводных аппаратов.

Приводится классификация подводного инженерно-технического обслуживания морских нефтепромыслов по видам работ.

С учётом специфики освоения морских нефтегазовых месторождений рассматривается широкий спектр инженерно-технических работ, проводимых на акватории морских

нефтепромыслов, с применением современных подводных технических средств.

Указывается необходимость обеспечения дальнейшего развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по следующим направлениям:

- создание банка данных причин выхода из строя оборудования и устройств, используемых при водолазных и подводно-технических работах;

- разработка более совершенных и менее трудоёмких технологий по ремонту подводных коммуникаций;

- разработка нормативных документов, регламентирующих безопасное проведение подводно-технических работ на акватории морских нефтепромыслов;

- усовершенствование устройств и инструментов для производства подводно-технических работ.

Литература

Караев Р.Н., Плавающие сооружения морской нефтегазовой индустрии.- Баку, ЭЛМ, 2006

Караев Р.Н., Алиев Н.А., Марин Б.И., Правила технической эксплуатации глубоководных водолазных комплексов.- Баку, ЭЛМ, 1999

Караев Р.Н. Практикум по водолазному делу.- Баку, ЭЛМ, 1999

Караев Р.Н., Разуваев В.Н., Портной А.С. Океанотехника и морские операции на шельфе.- Санкт-Петербург, «Моринтех», 2008

МАНЕВРИРУЮЩИЙ РОБОТ – ЗОНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ

Смирнов А.В., Новиков В. И.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
НИИ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана

The project of a new underwater probe for survey of arctic underwater environment with a buoyancy system based on a special water-respond substance is considered. A probable layout is assumed.

Освоение открывающихся ото льда арктических морей России призвано решить целый комплекс оборонных и промышленных задач, связанных с подводными работами и освоением донной поверхности. Любая из этих задач требует в первую очередь детальных всесезонных океанологических исследований, которые невозможно проводить регулярно с океанологических судов из-за эпизодических ледовых или штормовых условий. Пока такие исследования проводятся «по погоде» и не позволяют получить обобщенные статистические данные по температуре, солёности, давлению, скорости и направлению течений, растворённому кислороду и т. д.

Авторы предлагают к разработке универсальную конструкцию робота-зонда «КОМБИ», которая объединяет достоинства стационарных заякоренных буев и зондов типа АРЕХ, выполняющих разрезы во время дрейфа по течению. Стоимость и вес такого зонда будут много меньше зарубежных, поскольку он снабжен простейшей уравнивающей системой без таких тяжелых элементов, как: прочный корпус, электропривод и энергоёмкие источники питания, свойственных зарубежным зондам.

Серию зондов «КОМБИ» можно также заранее установить в труднодоступных арктических морях на теряемых якорях. Они по радиокоманде могут «сняться с якоря» и проводить в дрейфе измерительные разрезы от поверхности до дна, передавая при всплытии на поверхность накопленную информацию. Причем такие зонды могут работать в дрейфе подо льдом, оценивать поверхностную обстановку и всплывать для передачи информации только при чистой поверхности.

Достоинства робота-зонда «КОМБИ» – универсальность применения, предельная простота, малые весогабаритные параметры и низкая стоимость. Его недостатки – сравнительно малая глубина погружения, что зависит от пропорциональной зависимости сжимаемости газовоздушной фазы от глубины погружения, а также – некоторое увеличение плавучести из-за расхода реагента в периоды

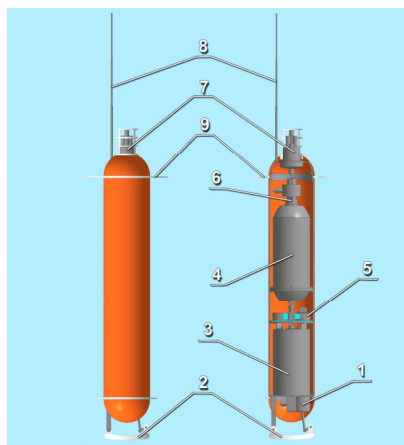


Рис. 1. Разрабатываемый зонд-робот

Структурная схема зонда-робота приведена на рисунке 1:

1. Генератор системы подзарядки
2. Система подзарядки аккумуляторов от поверхностного волнения
3. Аккумулятор
4. Корпус системы плавучести
5. Механизм протяжки и разрушения капсул с гидрореагентом
6. Клапан стравливания
7. Блок ИИК
8. Спутниковая антенна
9. Стабилизатор.

Характеристики предлагаемого зонда представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики разрабатываемого ЗР	
Диаметр	200 мм
Диаметр стабилизатора	350 мм
Длина	1200 мм (без антенны и системы подзарядки)
Длина антенны	400 мм
Общая длина	1750 мм
Масса	20 кг
Число циклов	75
Максимальная глубина	300м
Батареи	свинцово-кислотные

Уравнительная система. Для создания плавучести предлагается использовать специальные гидрореагирующие вещества, создающие при химической реакции с морской водой большой объем газовоздушной смеси, которая будет вытеснять тяжелую морскую воду из расходного объема уравнительной системы.

Для этой цели будет использоваться гидрореагент, условно названный ГГС-1, разработанный в институте прикладной химии (г.Сергиев Посад). Один грамм такого вещества будет давать при реакции с морской водой до одного литра газовоздушной фазы. Гидрореагент ГГС-1 представляет собой пастообразное вещество,

загерметизированное капсулами в синтетической ленте, которая протягивается через механизм разрушения капсулы. Прочный корпус в такой уравнильной системе отсутствует, а все ее элементы, включая капсулы в ленте, испытывают давление среды, что значительно снижает общий вес устройства.

На предельной глубине клапан стравливания открыт, система плавучести заполнена водой, и зонд имеет отрицательную плавучесть. Для подъема клапан стравливания закрывается и одна капсула разрушается в специальном устройстве. Газовоздушная смесь, полученная при реакции гидрореагента с морской водой, поступает в корпус уравнильной системы, вытесняя через нижний клапан морскую воду. Зонд получает положительную плавучесть и поднимается на поверхность, выполняя требуемые замеры. Остановка на определенной глубине или регулировка скорости подъема выполняется автоматически с использованием датчика уровня и верхнего стравливающего клапана.

Для создания положительной плавучести около 0,6 кг на глубине 300 метров необходимо израсходовать одну капсулу с гидрореагентом ГГС-1 весом всего в 18 грамм. Причем, после реакции в ленте остается около 7 гр. осадка, в результате чего зонд с каждым всплытием получает дополнительную плавучесть в 11гр, что ограничивает число погружений в 40-45 циклов.

Спуск и работа на тросе якоря. Погружение установленного на якорь зонда-робота осуществляется при помощи собственной микролебёдки, которая наматывает кевларовую нить на катушку, притягивая зонд к якорю до концевого упора, касаясь которого, зонд переключает микролебёдку на сматывание нити с барабана и включает механизм подачи и разрушения капсулы с гидрореагентом.

Работа зонда в условиях ледовых полей. Для режима работы в районах с эпизодическими ледовыми полями на зонде устанавливается вверх направленный эхолот, который является индикатором ледовой обстановки. Его дальность – 20 метров. Его работа дублируется датчиком солености, показывающим приближение менее соленого ореала ледового поля.

Работа зонда-робота в режиме свободного дрейфа. В требуемое время зонд, всплывший на поверхность для сеанса приема - передачи информации, получает команду «сняться с якоря». Для этого микролебедка включается в режим полного стравливания с барабана кевларовой нити, которая намотана с определенным избыточным

запасом по длине и не закреплена нижним концом на барабане. Якорь и кевларовая нить остаются в море, а зонд начинает дрейф по течению.

Перемещение зонда по глубине проходит в автоматическом режиме по программе, которая включается после снятия с якоря. Алгоритмы движения зонда предусматривают: цикличное движение от поверхности до дна, зависание и дрейф на определенной глубине за счет создания нейтральной плавучести зонда, подледный дрейф от нижней ледовой кромки до донной поверхности.

Системы подзарядки аккумуляторов. При всплытии зонда на поверхность и даже небольшом волнении работает система подзарядки аккумуляторов. Она проектируется таким образом, чтобы нижняя часть с лебедкой была наиболее тяжелой и имела большое гидродинамическое сопротивление. В этом случае на волнении в приповерхностном слое нижняя часть будет перемещаться относительно легкой верхней части, приводя в движение механизм подзарядки.

ВЫБОР МОЩНОСТИ ЛАГОВОГО ДВИЖИТЕЛЯ РАБОЧЕГО ПТА ПРИ РАБОТАХ В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ

Смирнов А.В., Новиков В.И

НИИ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Лаговые движители рабочего ПТА необходимы для: автоматического удержания на курсе при боковом течении; при изучении площади предполагаемых работ; при выполнении механических работ манипуляторами на объекте в режиме позиционирования относительно грунта. При расчете необходимо учитывать, что ПТА должен не только удерживаться на боковом

течении, но иметь для позиционирования минимальную скорость движения бортом навстречу течению. Мощность для лагового движения такого ПТА может быть определена двумя способами:

- в зависимости от скорости подводных течений в районе работы (с учетом их влияния на плавающий кабель до заглубителя).

- по аналогии с действующими зарубежными ПТА подобного типа.

Первый способ. Поскольку ПТА с манипуляторами предназначен для работ на донных объектах, при расчете мощности для его лагового движения необходимо знать:

- диапазон скорости течений на отстоянии не выше 200-300 метров от дна в предполагаемых районах работ, не принимая во внимание поверхностные течения и более низкие противотечения в открытых акваториях северных морей. Причем, эти данные должны быть получены при долговременных измерениях, что учитывает очень существенную сезонную изменчивость течений этих морей.

- маневровые возможности заглубителя или гаража.

Последнее необходимо учитывать, поскольку элементы комплекса: носитель – кабельная линия – гараж, находятся в условиях воздействия течений с одинаковой скоростью.

Диапазон скоростей и изменчивость верхних горизонтов арктических морей известны из открытой печати. В тоже время подводные течения в открытых ото льда нейтральных или экономических водах Севера представляют коммерческую тайну и выдаются только при определенных условиях. Все, что связано с районами расположения донных акустических объектов,

трубопроводов, буровых платформ, (настоящих или проектируемых) является закрытым материалом.

В то же время по данным ведущих ученых-гидрологов ИОРАН общий характер придонных течений в северных морях выше 70-го градуса можно получить на основе представления о подобных течениях в других районах Мирового океана. Исключение составляет северная часть Атлантики с резким изменением глубин и поверхностных температур. В районе Датского пролива существуют фактически подводные водопады, наибольший из которых имеет «высоту» около 3,5 километров. Там в сравнительно теплую глубоководную котловину Атлантики переливается холодная вода из менее глубоких акваторий Арктики.

Нами рассмотрены два доступных материала по подводным течениям в северных морях, полученных при круглогодичной постановке нескольких измерителей течений, которые показывают их существенную сезонную и горизонтальную изменчивость.

Значительный интерес представляют подводные течения на входе вод арктических морей России в Баренцево море между Землей Франца Иосифа и Новой Землей. В этом районе с сентября 1991г. по сентябрь 1992 г. проводились долговременные международные исследования с участием России, результаты которых опубликованы в Норвегии в общем отчете «Operatorkomite Nord. Environmental research program», report no.2, 1993.

По результатам обработки этих измерений для наиболее беспокойных глубин свыше 240 метров наименьшая скорость составляет 0,6 см/с., а наибольшая – 15,5 см/с. (9, 3 м/мин на глубине 333 метра). Средняя скорость течений в этом районе составляет 8,75 см/с (5,25 м/мин).

В статье сотрудников ИОРАН Алейника Д.Л. и др. «Динамика вод Норвежского моря в районе гибели атомной подводной лодки Комсомолец» описаны результаты измерений скорости течений в этом районе в 1994-95 г.г. Наибольшая средняя скорость составляет 6,1 см/с, а минимальная – 1 см/с. В тоже время весьма значительными оказываются всплески течений с максимальной скоростью, наибольшие из которых составляют 44 см/с (глубина 175 метров), 43 см/с (глубина 1330 метров) и 41, 6 см/с (глубина 1684 метра). Поскольку глубина 175 метров не является рабочей для нашей задачи, принимаем максимально скорость документально подтвержденных глубинных течений в северных морях 43 см/с (25, 8 м/мин)

Данный вывод подтверждается зарубежным опытом, где имеется богатая практика использования ПТА в придонных работах с наличием различного рода течений. Этот опыт обобщен в материалах сборника «The competent ROV pilot /technician», где при проектировании ПТА с глубинами до 500 футов рекомендуется принимать скорость течения в 2 узла, а на глубинах до 2000 футов – до 0,75 узла или 23, 15 м/ мин.

Исходя из вышеизложенного принимаем максимально возможную скорость глубинного течения в 25 метров в минуту.

При проектировании рабочих ПТА можно также принять простейшее соотношение мощностей двигателей для маршевого и лагового движения. При анализе 25 технических описаний подобных аппаратов с манипуляторами установлено, что мощность, и соответственно упор, для лагового движения составляет не более 0,65-0,75 от мощности для маршевого движения.

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОВ СО СВЕТОВОЛОКОННОЙ ЖИЛОЙ

Смирнов А.В., Серых В.Я.

Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН

Появление в последние годы подводных аккумуляторов с высокой энергоотдачей вызвало активную разработку приборно-осмотровых и военных ПТА, имеющих массу до 50кг, аккумуляторный блок энергоснабжения и световолоконную жилу управления (СВЖ) с малым разрывным усилием (до 5- 10 кгс). При всех плюсах таких ПТА они имеют существенный недостаток.

Ранее для ПТА с многожильными плавающими кабелями спуск и подъем не представлял существенных проблем даже при беспокойном море. Эти аппараты спускаются на уровень воды штатными кранами на стропе, который затем отстыковывается. При этом переход через слой волнения мало влиял на прочность толстого многожильного кабеля.

Для новых же типов ПТА это стало самой существенной проблемой – световолоконная жила не допускает даже малых рывков на поверхности моря. Малая прочность СВЖ не позволяет находиться аппарату непосредственно в поверхностном слое воды поскольку возможен ее разрыв от поверхностного волнения или от надводного

течения, или от движении ПТА. По этой причине необходимо, чтобы СВЖ была защищена при проходе через слой поверхностного волнения.

При работе ниже горизонта волнения необходимо, чтобы СВЖ разматывалась свободно и не нагружалась движением аппарата или течением выше малой, но допустимой нормы в 5-10 кгс.

В полном комплексе схема такой безопасной системы разработана в НИИ СМ и по структуре аналогична схеме для ПТА с гаражом. Только гараж спускается на большую глубину вместе с массивным ПТА, а задача данной мелководной системы – лишь преодолеть поверхностный слой волнения и дать возможность ПТА быстро достичь цели.

В забортный состав системы входят три блока: непосредственно ПТА, подводная кабельная лебедка с герметичными приводами и датчиками, ловитель ПТА. Кроме того, на палубе судна размещается обычная лебедка с коротким многожильным кабелем для подводной лебедки. Полная масса системы в сборе с ПТА составляет от 300 до 500 кг.

Внешний проницаемый корпус подводной лебедки имеет обтекаемую форму и легкий стабилизатор. Выпуск СВЖ проводится из трубчатого узла, размещенного в конце стабилизатора, что позволяет течению отводить выпущенный СВЖ от лебедки и уменьшит возможность запутывания жилы.

В состав блока лебедки входят: непосредственно герметичная лебедка с контактной системой, электропривод, многожильный кабель и бортовой кабель с гермовводом.

Предложенная система может разворачиваться на любом судне, имеющим кран-балку грузоподъемностью до 500 кг для выноса

за борт комплекса в сборе вместе с кабелем питания и управления, основная длина которого остается на борту. Палубная лебедка опускает на грузонесущем кабеле подводную лебедку с ПТА на требуемую глубину ниже уровня поверхностного волнения, ловитель отпускает ПТА и оператор направляет его по требуемому курсу для работы на объекте.

Весьма сложной является подъем всплывшего на поверхность ПТА со световолоконной жилой. В отличии от ПТА с прочными плавающими кабелями ПТА с СВЖ не должны долго находиться на поверхности моря.

Поэтому для их оперативного подъема предлагается дистанционный, плавающий по поверхности механизм. Схематично этот подъемник представляет собой круглый сачок с двумя бортовыми наклонно-вертикальными винтами в передней части и маршевым винтом в задней части и элементами плавучести. Устройство запитывается и управляется по плавающему кабелю и наводится на всплывший ПТА с борта судна.

На подходе к ПТА включаются передние винты, что дает дифферент на нос и одновременно – всасывающий поток воды, вследствие чего ПТА оказывается в сети кольцевой поверхности подъемника, который оператором направляется к борту и поднимается за кольцо в верхней части.

КОМПЛЕКС МАНИПУЛЯТОРОВ ДЛЯ СЕРИИ ГЛУБОКОВОДНЫХ ОБИТАЕМЫХ АППАРАТОВ

**Вельтищев В.В., Иванов В.И., Козловский В.Г., Кропотов А.Н.,
Тетющенко А.И.**

НИИ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана

НИИ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана разработал и сдал в реальных условиях эксплуатации комплекты из парных манипуляторов для двух отечественных обитаемых аппаратов. Первый комплект установлен в 2006 г. на глубоководном аппарате «Русь» (АС-37) с глубиной погружения 6000 метров, а второй в 2008 г. – на спасательном аппарате «Приз» (АС-28) с глубиной погружения 1000 метров.

При их разработке стояли задачи обеспечить операторам в прочном корпусе:

- мнемоническое соответствие перемещения рукояток управления перемещениям приводов манипулятора,

- максимальный объем зоны обслуживания при работах на габаритных донных объектах,

- требуемые моменты для выполнения силовых операций.

Комплекс способен выполнять: заведение и съем карабина с тросом, резку троса диаметром до 13 мм, подсоединение шлангов высокого давления, отдачу кремальеры входного люка, проворачивание маховиков и гаек, открывание задраек и откидных листов, продевание троса-проводника через головку, очистку поверхностей, установку и закрепление специальных устройств на объекте.

В заборный состав одного комплекса входят: два исполнительных электрогидравлических манипулятора, комплект сменного инструмента и подвижная видеосистема со светодиодными светильниками. В прочном корпусе аппарата находятся: два задающих устройства и пульт управления. Гидросистема на обитаемом аппарате «Русь» питается от общей насосной станции, а на аппарате «Приз» – от собственной станции.

Манипуляторы имеют семь степеней подвижности, их длина 1,85 метра. При этом масса каждого манипулятора составляет 144 кг при вытесненном объеме 45 литров. Грузоподъемность на схвате 30 кгс при максимальной скорости перемещения до 250 мм/с. Скорость движения всех степеней подвижности зависит от угла отклонения на соответствующей степени рукоятки управления.

Для большинства гидравлических следящих приводов разработаны безлюфтовые приводы типа «рейка-шестерня», в приводе ротации схвата использован героторный гидромотор, позволяющий получить момент до 160 Нм. Управление гидроприводами осуществляется от электрогидравлических усилителей 6Ц201 и датчиков обратной связи по углу поворота с синусно-косинусными вращающимися трансформаторами. Для специального режима управления по давлению используются индуктивные датчики перепада давления.

Все усилители и датчики расположены непосредственно на гидроприводах, что обеспечивает их высокое быстродействие.

При разработке манипуляторов решена также сложнейшая инженерная задача – отсутствие на внешней части манипуляторов гидравлической и электрической коммутации.

Особенность работы манипуляторов – несколько режимов управления, в том числе:

- управление в декартовой системе координат,

- управление по каждой степени подвижности,

- управление по усилию,

- автоматический режим перемещения по заданным траекториям.

Результаты успешного применения манипуляторов НИИ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана на двух обитаемых подводных аппаратах показывают перспективность развития данной разработки. В настоящее время идет монтаж третьего комплекта манипуляторов на обитаемом подводном аппарате специального назначения.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ВОДОРОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Соколов Б.А., Щербаков А.Н., Глухих И.Н., Челябин В.Ф.

ОАО Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева, г. Королев, МО, ул. Ленина, 4а, Andrey.N.Scherbakov@mail.rsce.ru,

Background information is given on power supply systems of set - contained robotized under water vehicle, including fuel cell – based power plants.

Перспективные системы энергоснабжения автономных роботизированных подводных аппаратов, как правило, должны обладать высокой энерговооруженностью, что предполагает увеличение времени работы (автономности) функционирования, существенную мощность, повышение срока службы. Для аппаратов, обеспечивающих спасение экипажа подводных судов, важнейшим качеством является степень готовности к немедленному применению.

Традиционным решением для небольших подводных аппаратов является система электропитания, при которой энергоснабжение аппарата осуществляется от электрогенератора, размещенного на судне-носителе.

К традиционным решениям систем энергоснабжения подводных аппаратов систему энергоснабжения на основе аккумуляторной батареи (АБ). В большинстве случаев зарядка АБ аппарата происходит от электрогенератора, установленного на борту судна носителя. В качестве аккумуляторных батарей используют свинцовые, никель-кадмиевые АБ. При глубине разряда 80 % их удельные энергии составляют 30...50 Вт·ч/кг, 60...160 Вт·ч/л. В настоящее время разрабатываются литий-ионные, литий-полимерные АБ, превосходящие традиционные АБ в три-четыре раза. При глубине разряда 80 % их удельные энергии составляет величину 90...150 Вт·ч/кг, 230...350 Вт·ч/л. Эти освоенные решения, несмотря на

достоинства (простота эксплуатации, освоенность технологии изготовления) тем не менее, обладают недостатками. В первую очередь к ним относятся низкие удельные энергии, значительный саморазряд, незначительный ресурс (в циклах «заряд-разряд»), составляющий при глубине разряда 80 % 800...2000 циклов, после чего необходимо заменять аккумуляторную батарею полностью.

К новым решениям по системам энергоснабжения можно отнести применение отечественных новейших водородных технологий, доказавших работоспособность в космической технике, в том числе технологии водород-кислородных электрохимических генераторов. Перед эксплуатацией энергоустановки ее заправляют рабочими компонентами (водород, кислород) от заправочной станции, размещенной на судне-носителе. Увеличение сложности эксплуатации установки с ЭХГ, окупается ее высокими удельными показателями: удельная энергия на единицу массы составляет величину 500...1000 Вт·ч/кг, удельная энергия на величину объема составляет величину 500...1000 Вт·ч/л., при этом используется 95 % исходной энергии компонентов топлива. Ограничителем ресурса установки является батарея топливных элементов. Ресурс отечественных батарей, разработки ОАО УЭХК составляет в настоящее время более 10 000 часов. После выработки ресурса эти батареи могут быть заменены без демонтажа остального оборудования, при этом срок ее службы составляет 20 лет.

Современные достижения в области создания композиционных баллонов высокого давления позволяют создать систему хранения компонентов топлива с уровнем рабочего давления 350...700 атм. Заправочная станция может быть выполнена на основе электролизеров воды высокого давления (350...700 атм), разрабатываемых в настоящее время специалистами РКК «Энергия» (г. Королев) и ОАО «УЭХК» (г. Новоуральск).

В ОАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева предложен универсальный накопитель энергии нового типа, сочетающий в себе достоинства обычных аккумуляторов и новейших отечественных водородных технологий - накопитель энергии с водородным циклом (АЭВЦ). Он состоит из водородно-кислородного электрохимического генератора (ЭХГ), с батареей топливных элементов щелочного типа нового поколения, разработанной ОАО «УЭХК», электролизера воды высокого давления, с батареей электролизных элементов, разработки ОАО «УЭХК», композиционных баллонов для хранения водорода и кислорода, системы хранения и подачи воды и ряда служебных систем.

Работает АЭВЦ следующим образом. При зарядке аккумулятора электроэнергия от электрогенератора подается на электролизер воды высокого давления, где происходит разложение воды на водород и кислород высокого давления и чистоты. Газы поступают на хранение в композитные баллоны высокого давления. Так происходит накопление энергии в АЭВЦ. При разрядке АЭВЦ газы из баллонов направляются в ЭХГ, где происходит выработка электроэнергии. КПД такого накопителя составляет 50 % (для обычных аккумуляторов КПД составляет 70 %), однако эта особенность позволяет выдавать электроэнергию потребителю независимо от температуры окружающей (для обычных аккумуляторов отдача по электрической емкости сильно зависит от температуры окружающей среды), саморазряд АЭВЦ составляет 1 % в год, что позволяет держать изделие с такой системой электропитания в постоянной готовности к эксплуатации без предварительной подзарядки. Универсальность предложенного накопителя состоит в том, что для нужд потребителя могут быть использованы не только электричество, но и тепло, а также механическая энергия газов, которая может быть использована для балластных цистерн. Для современных АБ саморазряд составляет 50...100 % в год. Удельные мощности АЭВЦ, в отличие от

традиционных АБ зависят от полезной энергоёмкости, и составляют величину, 80...300 Вт/кг при уровне полезно хранимой электроёмкости 500...7000 кВт·ч.

Проведенный анализ показывает, что для создания энерговооруженных подводных аппаратов водородные технологии рационально применять при полезной электрической энергии более 100 кВт·ч. Преимущества этих технологий возрастают при полезном использовании тепла и генерируемых газов. Опытный образец установок с водородными технологиями мог бы быть создан в РКК «Энергия», с учетом имеющегося задела, в течение 2...3 лет.

ПРОГРАММА "ЧЕРНОМОР", МЕСТО И РОЛЬ

В ИЗУЧЕНИИ МИРОВОГО ОКЕАНА

Куренков Г.И., 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

Подводные дома, или лаборатории, относятся к стационарным подводным водолажным комплексам. С подводными домами связаны мечты человечества построить поселения на дне морей и океанов и тем самым расширить экологическую сферу обитания на планете. Наиболее известные подводные лаборатории: "Силаб-1-3" (США), "Прекоинтернет-1-3" (Франция), "Иджер" (США), "Ситопия" (Япония), "Садко-1-3" и "Черномор" (Россия). Это, пожалуй, единственное техническое средство для обеспечения условий длительного пребывания и работы человека непосредственно на натурном подводном объекте. В этом главное достоинство подводного дома-лаборатории. Следует отметить, что метод насыщенных погружений, или длительного пребывания (ДП), в морских условиях впервые был реализован именно в таких комплексах.

В период 1967-1968 гг. коллективом инженеров-конструкторов Института Океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР и одержимых инновационной идеей специалистов других конструкторских бюро (В.А.Степанов, Н.Н. Гребцов, П.А. Боровиков, А.В. Блаватский, В.С.

Ястребов, А.М. Подражанский, Г.А. Стефанов, Ю.С. Калинин В.П. Бровко и другие) с одобрения и при поддержке директора Института академика А.С. Монины и его заместителя И.Е. Михальцева была разработана и построена первая морская обитаемая подводная лаборатория для длительного пребывания на глубинах до 15 метров, которая получила название "Черномор". Приемо-сдаточными испытаниями руководили В.А. Степанов и П.А. Боровиков, водолазными работами - Б.В. Громадский и И.А. Раевский. Решением медико-биологических проблем пребывания людей в подводном доме и медицинского контроля занимались представители НИИ Минздрава СССР Г.И. Куренков и Е.И. Герф, в дальнейшем В.А. Гриневич. Общее руководство работами осуществлял В.С. Ястребов. После успешных морских испытаний в Голубой бухте (Южное отделение Института океанологии, г. Геленджик) подводная лаборатория в 1968-1969 годах была модернизирована специалистами Лаборатории техники подводных исследований под руководством заведующего лабораторией В.С. Ястребова для работы на глубинах до 30-40 метров. Дополнительно были установлены: затопляемая рубка над палубным люком, декомпрессионная камера, системы контроля, хранения и распределения газов. Были также усовершенствованы системы балласта, аккумуляторных батарей, очистки дыхательной газовой среды. Все это позволило успешно эксплуатировать подводную лабораторию "Черномор" в последующий период 1969-1974 гг. на различных акваториях и глубинах Черного моря.



Рис. 1 Подводный дом-лаборатория «Черномор» перед постановкой на грунт (г. Геленджик, Голубая бухта, 1969 и 1972гг.)

В 1968-1974 гг. специалистами Института совместно с другими организациями, включая зарубежные (НРБ), были проведены обширные океанологические и физиологические исследования по научной программе "Черномор" при длительном пребывании в подводной лаборатории на глубинах до 30 метров.

В этот период в подводном доме-лаборатории работали 32 научных экипажа, включая международные, и более 40 ученых-океанологов различных специальностей. Были выполнены исследования по гидрооптики, гидрологии, биологии, геологии. Среди первых океанологов, работавших в подводной лаборатории были: В.П. Николаев, П.А. Каплин, Н.В. Есин, Н.Е. Денисов, И.А. Мельников, Н.А. Айбулатов, С.В. Курилов, К.К. Орвику и другие.

Впервые в натурных морских условиях была достигнута продолжительность пребывания и работы водолаза-исследователя в подводном доме "Черномор" - более 50 суток. Были показаны широкие возможности применения метода ДП для изучения океанологических проблем, заложены основы дальнейшего использования этого метода в научных целях.

В подводной лаборатории были проведены комплексные медико-биологические исследования возможности длительного пребывания человека под водой и определены оптимальные параметры среды обитания для подводных домов и баз. В области фундаментальной науки были получены обнадеживающие результаты

для решения в дальнейшем проблемы адаптации организма человека к условиям длительного пребывания при повышенном давлении в изменённой газовой среде. При исследованиях на глубине 14 метров впервые был установлен факт сохранения физической работоспособности человека.

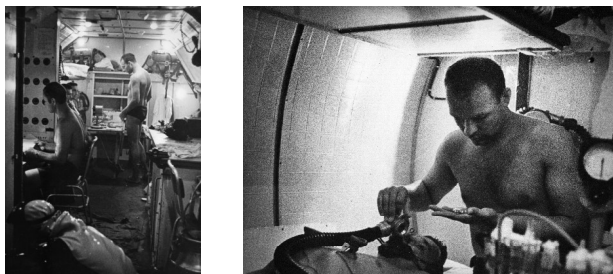


Рис.2 Медико-биологические исследования в подводной лаборатории "Черномор" в 1968г.

Результаты технических испытаний, эксплуатации и медико-биологических исследований позволили специалистам в дальнейшем сформулировать обоснованные тактико-технические требования к разработке берегового барокомплекса и судового глубоководного водолазного комплекса (ГВК) для работы на глубинах методом длительного пребывания.

После 1974 года подводные дома-лаборатории не получили развития ни в нашей стране, ни за рубежом по причине наличия

проблем, связанных с обеспечением работы акванавтов в условиях длительного пребывания под водой, особенно на больших глубинах.

Практика эксплуатации такой подводной техники показала, что на уровне развития научно-технического прогресса на тот период она эффективна на малых и средних глубинах, где для ДП используются в основном воздух и азотно-кислородные смеси. На глубинах более 40 метров, где для ДП используются гелио-азотно-кислородные смеси, возникают трудности, связанные с обеспечением многосуточного пребывания людей в подводном доме. Основные проблемы заключаются в постановке подводного дома на грунт и подъем его на поверхность, доставке водолазов в дом и эвакуация, снабжении энергией, газами и пищей. Надежность обеспечения работы подводной лаборатории во многом зависит от погодных условий, поэтому необходима фиксированная стоянка обслуживающего судна над местом постановки дома, использование надежных якорных устройств, а также дорогостоящая система динамического позиционирования судна. Более востребованными и перспективными стали разработки глубоководных водолазных комплексов, расположенных на судах, включая подводные.

Однако не следует считать, что подводные дома в качестве научных лабораторий, объектов базирования, убежищ или для других целей не будут востребованы при развитии подводных технологий и широкомасштабной программе освоения океана и прежде всего зоны континентального шельфа.

Под влиянием успешно реализованной программы "Черномор" в Институте океанологии им. П.П. Ширшова водолазные погружения были признаны как один из методов океанологических исследований. Это привело к развитию гипербарического направления и оснащению научно-методической базы новыми техническими средствами. Был создан береговой гипербарический комплекс ГКК-ДП350/450

"Кролик", подводный аппарат с водолазным отсеком "Осмотр". Было построено на отечественном судостроительном предприятии водолазное судно "Гидробиолог", в Польше - ГВК для НИС "Витязь".

Таким образом, оценивая, спустя 40 лет, значение программы "Черномор", можно выделить основные результаты, которые явились значительным вкладом в дальнейшее развитие технологий водолазных погружений с техническими и медико-биологическими аспектами:

- заложены основы для решения проблемы адаптации человека к условиям пребывания под водой в атмосфере сжатого воздуха и в искусственной среде, что стало неотъемлемой частью разработки отечественного метода ДП;

- получены исходные данные для создания системы отбора и медицинского контроля водолазов при работе методом ДП;

- показаны широкие возможности применения водолазного метода ДП с использованием водолазных комплексов для изучения океанологических проблем;

- определены направления разработки обитаемых береговых и подводных гипербарических систем для работ методом ДП;

- сформировался коллектив высококвалифицированных специалистов, которые реализовали свой потенциал в создании современного на тот период гипербарического комплекса и в научных достижениях по проблеме, но к сожалению не были востребованы в изменившихся экономических условиях.

МЕТОДЫ ГАЗОВОГО АНАЛИЗА

ПРИ ПОВЫШЕННОМ ДАВЛЕНИИ В БАРОКАМЕРЕ

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

Из существующих методов газового анализа не все по ряду причин приемлемы для их использования в условиях повышенного давления в барокамерах. Альтернативой этому, хотя и далеко не лучшей, является анализ газов в редуцированной (выпущенной из барокамеры через микровентиль) смеси при нормальном давлении. Опыт работы показал, что такой способ газового анализа приемлем для контроля среды и в исследовательских целях до давлений в барокамере порядка 100 м вод. ст. При давлениях примерно до 200 м вод.ст. он не очень надежен, а при больших давлениях применять его для контроля среды и особенно в исследовательских целях следует очень аккуратно, используя специальную схему калибровок анализатора и систему подготовки газа и подвода анализируемой смеси на участке "выпускной микровентиль-ячейка датчика".

Сравнительные исследования способов анализа O_2 и CO_2 показали, что анализ газов в редуцированной смеси менее точен, искажает истинные результаты при работе со смесями на основе

гелия и водорода в зависимости от гомогенизации дыхательной газовой смеси (ДГС) в камере, разделения смеси при прохождении через редуцирующий микровентиль и трубопроводы и ряда других факторов.

При газовом анализе редуцированной смеси чувствительность прибора должна быть, по крайней мере, во столько раз выше, во сколько раз повышено давление в барокамере. Это обусловлено тем, что на «глубине», например, 200 м в нормоксической ДГС парциальное давление кислорода, равное 1 мм рт.ст. соответствует 0,0065 об.% кислорода, тогда как при нормальном давлении 1 мм рт.ст. соответствует 0,14 об.%. Следовательно, порог чувствительности анализатора в данном случае не должен превышать 0,0001 об.% (1 ppm). Это особенно важно при анализе в исследовательских целях, так как абсолютная погрешность показаний анализатора, равная 0,0001-0,0002 об. % приводит к ошибке в расчетах потребления организмом

O₂ и выделения CO₂ порядка 5-6%, что сравнимо с эффектом воздействия на организм ряда факторов гипербарии. Относительно CO₂ требования к анализаторам значительно выше.

Из многообразия физико-химических методов приемлемыми для анализа кислорода являются парамагнитные и электрохимические датчики, а также датчики на основе окиси или двуокиси циркония. Для анализа CO₂ и некоторых вредных примесей – электрохимические и инфракрасные. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, зависящие от давления в барокамере и состава ДГС.

Наиболее пригодным для анализа кислорода в барокамере является электрохимический метод прямого полярографического измерения парциального давления кислорода. Экспериментально установлено и подтверждено на практике, что полярографический

датчик (классический электрод Кларка) сохраняет свою работоспособность при любых применяемых в водолазной практике давлениях в барокамере. Независимо от конструкции полярографический датчик (Рисунок 1) состоит из четырех основных элементов: анод (1), катод (2), электролит (3) и мембрана (4).

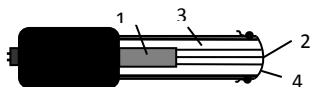


Рисунок 1 – Принципиальная схема полярографического датчика кислорода

Полярографические датчики обычно состоят из серебряного или свинцового анода и из серебряного или золотого или платинового катода в зависимости от того, проводится ли анализ процентных величин кислорода или малых концентраций на уровне ppm.

Учитывая высокую чувствительность таких датчиков к изменению температуры, должна быть предусмотрена электронная компенсация температурных влияний с помощью терморезистора, который монтируется в корпусе электрохимической ячейки.

Некоторого улучшения эксплуатационных характеристик датчика можно добиться путем подбора состава электролита и замены жидкого электролита на гелевый, материала мембраны, соотношения размерных величин анода и катода.

Практикой нашей работы с полярнографическими датчиками кислорода в барокамере при давлениях в диапазоне до 300 м вод.ст. установлено, что при правильной и аккуратной подготовке датчика к работе в камере и его калибровке по специальной схеме он работает в

условиях повышенного, но стабильного давления, даже лучше, чем при нормальном давлении. Это обусловлено в основном тем, что почти неизбежно содержащиеся в электролите и на границе мембрана-электролит микропузырьки газа при компрессии сдвливаются, среда переходит в условно гомогенное состояние, что положительно сказывается на качестве газового анализа. Однако совершенно обратное происходит при декомпрессии и остановить процесс образования пузырьков при изменении давления в камере практически невозможно, за исключением периодов изопрессии, то есть на декомпрессионных остановках.

Для анализа кислорода в газовых смесях успешно применяется метод, основанный на детектировании кислорода с помощью керамического элемента из окиси или двуокиси циркония (Рисунок 2).

Преимущество "циркониевых" датчиков кислорода – быстрое действие (до 100 мсек), высокая и долгосрочная стабильность показаний, исключающая частые калибровки, большой срок службы в связи с полным отсутствием подвижных частей.

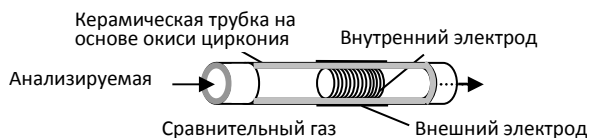


Рисунок 2 – Принципиальная схема датчика кислорода на основе окиси циркония

При высокой температуре окись циркония ведет себя как твердый электролит гальванического элемента, в цепи которого возникает электродвижущая сила, регистрируемая как напряжение, в соответствии с законом Нернста.

Диапазон рабочих температур при таком методе анализа составляет 700-850°C, что почти исключает возможность использования такого анализатора в барокамере под давлением. Но это совершенно не снижает его достоинств при работе в условиях нормобарии, поскольку его высокая чувствительность и точность позволяют работать практически в любом диапазоне измерений.

Принимая во внимание высокую рабочую температуру и материал электродов (платина), при наличии в анализируемой смеси окисляющихся горючих газов (H_2 , CO, HC) результаты анализа не будут соответствовать истине. Но эта проблема решается путем их удаления из смеси с помощью специальных очистителей.

Парциальное давление двуокиси углерода в условиях гипербарии может быть измерено с помощью электрохимического и инфракрасного датчиков. В первом случае PCO_2 измеряется косвенно, через изменения pH электролита в измерительной ячейке. CO_2 из окружающей среды диффундирует через мембрану в электролит. При этом pH электролита изменяется, потенциал между стеклянным электродом и сравнительным электродом также изменяется

пропорционально логарифму PCO_2 в анализируемой газовой смеси в барокамере.

Зависимость изменений pH и PCO_2 описывается уравнением Гендерсона-Гессельбаха:

$$\text{pH} = \text{pK} + \text{Log} [\text{HCO}_3^-] / a \times \text{PCO}_2, \quad \text{где}$$

pK-константа диссоциации угольной кислоты, $[\text{HCO}_3^-]$ -концентрация HCO_3^- , а - коэффициент растворимости CO_2 в электролите.

Датчик, функционирующий по такому принципу, достаточно стабильно работает при повышенном давлении в барокамере. Лучшими техническими характеристиками обладает классический PCO_2 -электрод Северингхауса, который обычно используется в анализаторах газов в жидкой фазе, в частности в крови. Измерительный блок устанавливается вне барокамеры, а сигнал от датчика передается из барокамеры на регистратор через герморазъем. Это весьма непростой методический этап, так как сигнал от датчика CO_2 передаётся по коаксиальному кабелю. Это требует установки специального герморазъема с соответствующими характеристиками. При использовании такого анализатора следует учитывать, что линейное соотношение между pH и $\log \text{PCO}_2$ в диапазоне ниже 7 мм рт.ст. не соблюдается и время реакции увеличивается. А это как раз тот диапазон PCO_2 , в котором находится предельно допустимая величина по двуокиси углерода в среде камеры. Но для исследований газообмена у водолазов эта особенность метода не имеет значения.

Наилучшим методом анализа CO_2 при гипербарических исследованиях является поглощение инфракрасного (ИК) излучения двуокисью углерода. Он пригоден для анализа CO_2 как в редуцированных смесях, так и в барокамере, но при условии, что части

прибора с герметичными полостями должны быть устойчивы к давлению в камере. Этот метод может применяться и для контроля таких вредных примесей как окись углерода (CO) и углеводороды (HC). Для анализа углеводородов оптимальным является и метод ионизации газа пламенем, для анализа окислов азота (NO/NOx) приемлем хемилюминесцентный метод, однако эти методы пригодны для анализа этих примесей лишь в редуцированных газовых смесях.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ РАСЧЕТА
СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ
ОБИТАЕМЫХ БАРОКАМЕР**

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

Система жизнеобеспечения (СЖО) - это комплекс оборудования, устройств, приборов, аппаратов, трубопроводов,

предназначенных для подачи кислорода, удаления углекислого газа и других вредных примесей и запахов, для обеспечения заданного микроклимата, контроля газового состава и других параметров среды в замкнутых обитаемых объёмах. СЖО является неотъемлемой частью любого обитаемого гипербарического объекта и в целом предназначена для создания, изменения и поддержания условий, обеспечивающих активную жизнедеятельность водолазов в барокамерах с сохранением здоровья.

Учитывая, что физиологически активные газовые компоненты и физические параметры окружающей газовой среды (кислород, двуокись углерода, вредные примеси, температура, влажность) оказывают большое влияние на функциональное состояние организма, их величины необходимо поддерживать в допустимых верхних и нижних границах (кислород, температура, влажность). Для двуокиси углерода, вредных примесей и запахов нижний предел не ограничивается. В идеале в окружающей среде их не должно быть, хотя практически это почти недостижимо. При этом устанавливается лишь предельно допустимая концентрация (ПДК) – верхний предел концентрации примеси для условий гипербарии.

Кислород - основной по физиологическому значению газовый компонент дыхательной среды, потребляемый организмом. Его потребление зависит в основном от физиологического состояния человека (покой или физическая нагрузка) и в условиях пребывания в барокамере может находиться в приблизительных пределах 0,25л/мин-2,50л/мин. Но это крайние величины, которые относятся к покою и тяжелой физической работе, которую человек в условиях барокамеры выполняет кратковременно и лишь в исключительных случаях. Для расчетов СЖО принимается величина потребления O_2 одним человеком, равная не менее 0,5л/мин (30л/час), что соответствует очень лёгкой нагрузке, например, при работе сидя или

спокойных перемещениях по отсеку барокамеры. Но это среднесуточная величина, включающая ночное время и "штатную" работу в отсеке без учёта работы на грунте. В целом же производительность системы подачи O_2 в камеру должна обеспечивать возможность поддержания постоянства парциального давления кислорода (PO_2) в отсеке в заданных пределах в ручном или автоматическом режимах.

При погружениях методом длительного пребывания под повышенным давлением PO_2 допустимо поддерживать в пределах 0,21-0,30 кгс/см², хотя оптимум находится внутри этого диапазона. Снижение PO_2 ниже нормоксического уровня приводит к гипоксии, превышение допустимого уровня – к гипероксии. В обоих случаях это может представлять опасность.

Все реакции на умеренную гипоксию (0,18-0,14 кгс/см² O_2) направлены на компенсацию недостатка кислорода. В условиях покоя недостаток кислорода может быть компенсирован, хотя и немалой «физиологической ценой». Но в таких условиях человек не способен эффективно выполнять какую-либо работу. Поэтому при расчетах систем жизнеобеспечения за нижнюю границу диапазона поддержания PO_2 в жилых отсеках камеры целесообразно принимать величину не ниже нормоксического уровня (0,21кгс/см²). Снижение этого уровня должно оповещаться сигналом тревоги, для принятия мер по нормализации среды в барокамере.

Первые реакции организма на гипероксию приблизительно в пределах PO_2 до 1кгс/см² (соответствует чистому кислороду при нормальном давлении) обнаруживаются в дыхательной системе, они направлены на ограничение доставки кислорода. Угнетение при этом дыхательной функции приводит к задержке выделения CO_2 из организма, что в свою очередь может усиливать токсическое действие кислорода. Нетоксичные для длительного воздействия величины PO_2

находятся в пределах 155-220 мм рт.ст. (0,21-0,30 кгс/см²). Это подтверждено рядом исследований и практикой водолазных спусков методом длительного пребывания в жилых отсеках барокамер. Таким образом, токсичность кислорода является одним из факторов, который должен учитываться не только при формировании дыхательной среды, но и при расчете подсистем поддержания PO₂ на заданном уровне. Обычно такие подсистемы рассчитываются на поддержание гипероксического уровня до 0,6-0,7 кгс/см² в расчете на поддержание кислородного режима на декомпрессионных остановках. С учетом гипоксической границы приемлемым диапазоном поддержания постоянства PO₂ системой жизнеобеспечения в ручном и автоматическом режимах можно считать 0,21-0,60 кгс/см² с отклонением не более ± 0.02 кгс/см². Вне этого диапазона поддерживать PO₂ в отсеках барокамер при многосуточном пребывании под давлением с помощью специальных систем нецелесообразно. Нахождение водолазов вне границ этого диапазона просто недопустимо. Следует подчеркнуть, что указанный диапазон PO₂ относится только к функции СЖО и не имеет отношения к физиологическому нормированию PO₂ в дыхательной среде.

Двуокись углерода - основной выдыхаемый газовый компонент. Обычно в состоянии полного покоя CO₂ выделяется на 20-25% меньше, чем потребляется O₂. Во время физических нагрузок величины этих показателей газообмена сближаются и при тяжелой работе выделение CO₂ может даже превышать потребление O₂, что приведет к повышенному накоплению CO₂ в барокамере. При расчетах систем очистки от CO₂ средняя величина выделения двуокиси углерода одним водолазом принимается равной 0,5 л/мин (30 л/час).

Двуокись углерода играет важнейшую роль в регуляции дыхания и кровообращения. Поэтому, какие бы причины ни вызывали накопление CO₂ в окружающей среде, реакция организма,

направленная на выведение CO_2 из организма, наступает немедленно.

Первая реакция компенсаторная, проявляется увеличением легочной вентиляции, мобилизуются другие системы организма.

По обобщенным данным многих авторов повышенное PCO_2 в барокамере приводит к снижению работоспособности водолазов, усиливает токсическое действие кислорода и азотный наркоз, оказывает влияние на теплообмен в организме, поэтому допустимым физиологическим пределом PCO_2 в таких условиях является величина, соответствующая 0,5 об.% при нормальном давлении.

Такие величины учитываются при проектировании систем удаления CO_2 из атмосферы водолазных барокамер длительного пребывания. При этом основная задача системы очистки - обеспечить парциальное давление CO_2 во всех отсеках не более 0,005 кгс/см² независимо от давления и количества находящихся в камере водолазов. Задача поддержания постоянства PCO_2 даже в пределах указанной величины не ставится.

Каждая система очистки от CO_2 проектируется для каждого конкретного обитаемого объекта с учетом его объема, количества водолазов, поглотительной ёмкости химвещества, расходных характеристик побудителей расхода, температуры и ряда других показателей.

В жилых барокамерах в процессе пребывания в них водолазов накапливаются вредные микропримеси в основном эндогенного происхождения. Следует отметить, что из организма человека, как основного средообразующего фактора в замкнутой экологической системе, в зависимости от уровня обменных процессов выделяется в окружающую среду через легкие, кроме CO_2 и H_2O , около 400

микропримесей, механизмы образования которых и биологическое действие на организм большинства из них не изучены.

В условиях гипербарии представляют опасность, а потому и нормируются, вредные примеси: окись углерода (CO), углеводороды (CH) суммарно, аммиак (NH₃), сероводород (H₂S).

Результатом токсического действия большинства примесей эндогенного и экзогенного происхождения является прямое или опосредованное нарушение дыхательной функции крови и развитие кислородной недостаточности.

Для поддержания требуемой чистоты дыхательной среды в замкнутом объеме скорость удаления вредных примесей системой очистки в идеале должна быть не ниже скорости их накопления. Но проблема в том, что скорости накопления различны для каждой примеси и точно неизвестны. Поэтому для удаления примесей (одновременно и запахов) обычно используется один тип фильтра, например, на основе палладия. В таком случае необходимая производительность фильтра для очистки рассчитывается лишь по одной примеси с наибольшей скоростью выделения из организма – CO (3,3 мг/час/чел.).

Температура и влажность газовой среды в жилых отсеках барокамеры, хотя прямо и не относятся к физиологическим показателям (это показатели обитаемости), оказывают значительное влияние на функциональное состояние систем организма.

Учитывая, что средние величины зоны температурного комфорта в барокамерах с различной газовой средой и при различных давлениях составляют приблизительно 22-32°C, а при физических нагрузках в связи с повышенной теплопродукцией температура среды может повыситься до 35°C, система кондиционирования должна

рассчитываться на поддержание температуры дыхательной газовой среды в диапазоне 22-35°C в зависимости от газового состава ДГС. Относительная влажность в жилых отсеках барокамер должна поддерживаться системой жизнеобеспечения в пределах 40-80%. В этом диапазоне, но в меньших пределах находится оптимальный для человека уровень влажности.

ПРОБЛЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

В ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

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

Проблема регистрации физиологических показателей заключается в агрессивном действии гипербарической среды на электронные элементы схемы аппаратуры, которые имеют замкнутые полости. Поэтому регистрирующий прибор устанавливается вне

камеры, а сигнал с датчика или электрода, находящегося в камере, передается по кабелю через герморазъем. Такая схема работы полностью удовлетворяет требованиям передачи качественного биологического сигнала, генерируемого функционированием сердца (ЭКГ), мышц (ЭМГ), мозга (ЭЭГ).

Значительно сложнее регистрировать в барокамере показатели дыхания человека в реальном времени: вентиляцию легких и дыхательные объемы, дыхательный газообмен. Для этого регистрируемый показатель необходимо преобразовать с помощью специального датчика в электрический сигнал. Эти датчики имеют непростую конструкцию, влияния на них давления, влажности, плотности и температуры должны быть компенсированы любыми эффективными способами. Чаще всего это датчики турбинного типа («вертушка»), пневмотахометрическая трубка Флейша или Лили. Однако ни один из этих методов не является идеальным, так как они не обеспечивают высокой стабильности показаний, требуют регулярной калибровки в связи с некомпенсируемым влиянием колебаний вышеуказанных факторов. Однако для оперативного контроля состояния водолазов они вполне приемлемы. Для использования в исследовательских целях следует соблюдать требование калибровки датчика относительно каждого изменения условий среды в барокамере.

При определении показателей газообмена (потребления кислорода $-VO_2$, л/мин, выделения двуокиси углерода $-VCO_2$, л/мин и других) требуется точный анализ этих газов. Он может осуществляться тремя способами: с помощью датчиков, находящихся в барокамере; с помощью датчиков, находящихся вне барокамеры, но в прочном герметичном блоке, соединенном со средой камеры при рабочем давлении с системой возврата смеси в камеру; с помощью анализатора, находящегося вне барокамеры, и анализирующего

отбираемую из камеры смесь (редуцированную) при нормальном давлении. Каждый из этих способов имеет преимущества и недостатки и может выбираться в зависимости от условий работы и наличия соответствующей аппаратуры. Предпочтительным является первый способ как наиболее надежный в связи с возможностью максимально укоротить газовые магистрали перед входом в измерительную ячейку датчика и избежать ошибок, обусловленных разделением смеси, основным компонентом которой является гелий.

Для анализа дыхательных газов в редуцированной смеси с целью расчета показателей дыхательного газообмена главным условием является наличие высокочувствительного и точного анализатора. При этом оптимальным вариантом является масс-спектрометрический метод анализа с чувствительностью от 1 до 10 ppm в зависимости от давления в барокамере и с точностью не хуже 1-2% от шкалы измерений. В противном случае расчеты потребления O_2 и выделения CO_2 на имитированных в барокамере глубинах свыше примерно 200 метров приведут к ошибке не менее 10%, что для научного результата неприемлемо.

Наиболее информативными физиологическими показателями дыхательной функции человека при работе в условиях гипербарии являются: парциальное давление O_2 и CO_2 в артериальной крови (PaO_2 и $PaCO_2$, мм рт.ст.). PaO_2 – это критерий адекватности PO_2 в гипербарической дыхательной среде потребностям организма в кислороде. $PaCO_2$ – критерий адекватности легочной вентиляции потребностям организма в удалении CO_2 и поддержании его на нормальном уровне. Вместе с тем, это и наиболее проблемные для измерения показатели. При работе в барокамере под давлением имеется много источников возможных ошибок анализа газов крови. Следует сразу отметить, что газовый анализ крови, взятой под давлением в барокамере и переданной в лабораторию через шлюз,

вообще неприемлем по причине образования газовых пузырьков в крови при декомпрессии. Поэтому проблема решается исключительно путем установки блока анализатора с датчиками O_2 , CO_2 и pH в барокамере. Во всех случаях это классические электроды Кларка (O_2), Северингхауза (CO_2) и стеклянный pH-электрод.

Первое и главное условие надежного анализа – электроды и проба крови в измерительной камере должны иметь температуру $37^\circ C$, что соответствует внутренней температуре тела здорового человека. Это обеспечивается высокоэффективным термостатированием (не хуже $\pm 0,1^\circ C$) или электронной термокомпенсацией. Последнее при строгом подходе к анализу не всегда обеспечивает требуемую точность. Однако это относится именно к анализу газов крови и не относится к анализу других жидкостей или газовой фазы.

Установлено, что отклонение температуры в сторону понижения на $1^\circ C$ приводит к увеличению pH примерно на 0,015 единицы, снижению $PaCO_2$ на 4% и более, снижению PaO_2 на 7% и более, что имеет существенное физиологическое значение. К ошибке результата анализа приводит и отклонение температуры тела человека от температуры измерительной камеры. Поэтому во время забора крови необходимо измерять температуру тела водолаза и делать поправку на отклонение этой температуры от $37^\circ C$.

Источником ошибки может явиться и время хранения пробы между забором крови и анализом. Известно, что кислород, находящийся в пробе крови поглощается этой же кровью, то есть уменьшается линейно в зависимости от времени со скоростью приблизительно $9,0 \times 10^{-5}$ мл/мл крови в минуту при $37^\circ C$, что также требует внесения поправки на время хранения взятой пробы крови. Сложнее учитывать повышенную скорость поглощения кислорода кровью при высоких величинах PO_2 , что в ряде случаев имеет место в

условиях гипербарии. При нормальном давлении это почти никогда не учитывается, но в условиях высокого давления в барокамере скорость стабилизации показаний анализатора замедляется, то есть время анализа газов крови увеличивается, иногда до трех минут. При анализе PO_2 и PCO_2 в газовой фазе это можно было бы связывать прежде всего с повышенной плотностью смеси, но при анализе газов крови причиной может быть усиление метаболизма в крови *in vitro* под давлением и повышенная скорость поглощения кислорода электродом. Первое реально, второе требует специального изучения при воздействии на пробу крови давлением.

Много тонкостей существует и для обеспечения надежной калибровки электродов. Дело в том, что наиболее простой способ калибровки с помощью газовых смесей с известным PO_2 и PCO_2 не является точным. Например, датчик PO_2 , откалиброванный по газу, реагирует на ту же самую величину PO_2 в крови занижением в среднем на 3 процента. Для корректировки этого используется так называемый тонометрический, или газовый, фактор, определяемый для каждого конкретного электрода и для каждой конкретной условий анализа газов крови.

Таким образом, методология газового анализа крови весьма сложная, что требует специальной подготовки персонала и водолазов к выполнению таких анализов в барокамере длительного пребывания. Главное состоит в том, что электрохимические датчики сохраняют свою работоспособность независимо от давления окружающей среды и плотности газовой смеси. Особенно устойчив к воздействию факторов гипербарии кислородный датчик. Специальные исследования и опыт работы показали, что для обеспечения надежной работы электродов их монтаж (заливка электролита и установка мембраны) и калибровка должны производиться непосредственно в барокамере при том давлении, при котором будут выполняться

анализы. После каждого значительного снижения давления в камере (например, при декомпрессии) монтаж и калибровка электродов должны производиться заново.

Все эти методические сложности при анализе газов крови значительно сглаживаются при анализе газовой фазы тем же анализатором для расчета показателей газообмена. При этом отпадает необходимость делать большое количество поправок. Все сводится, в основном, к точной калибровке. При анализе газов, в отличие от крови, решающее значение имеет не свойство электрода, а аккуратность оператора, поскольку показание прибора во многом зависит от потока анализируемого газа через измерительную камеру. Электроды, особенно кислородный, очень чувствительны даже к небольшим перепадам давления, обусловленным скоростью потока анализируемой смеси. Но это, в основном, относится к термостатируемым электродам, имеющим проточную измерительную ячейку.

При соблюдении всех методических тонкостей во время газоанализа в барокамере под давлением все-таки можно добиться высокодостоверных результатов. Главное состоит в том, чтобы погрешности в результатах газового анализа и рассчитанных показателей газообмена для условий повышенного давления не превышали погрешности, получаемые при нормальном давлении. Это непростая задача, но может быть решена путем использования при работе современных средств газоанализа и измерения физических параметров дыхательной среды, разработанных специально для условий повышенного давления в барокамерах.

СФЕРОПЛАСТИКИ
ДЛЯ ОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗУЧЕНИЯ И
ОСВОЕНИЯ ГЛУБИН МИРОВОГО ОКЕАНА

Телегина Е.Б.¹, Федонюк Н.Н.²

¹ЗАО «НПП «Аквасинт» имени академика В.А.Телегина

г. Владимир, ул. Большая Нижегородская, 77,

телефон/факс (4922)47-53-26, E-mail syn6005@yandex.ru

²ЦНИИ имени академика А.Н.Крылова

г. Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44

телефон (812) 723-67-74

В проблеме создания разнообразных подводных технических средств - автономных, буксируемых, телеуправляемых и других, используемых при изучении и освоении глубин Мирового Океана, долгие годы трудно решаемой оставалась задача увеличения плавучести ПТС без изменения массогабаритных характеристик.

Для указанных целей были необходимы легкие высокопрочные материалы с закрытыми порами, выдерживающие длительное время гидростатические давления на различных глубинах морей и океанов.

К началу 1968г. во ВНИИСС, г. Владимир были разработаны рецептуры сферопластиков типа ЭДС различных марок, выполнены проектные работы и изготовлены первые образцы установок непрерывного действия для отработки технологии изготовления крупногабаритных блоков плавучести из сферопластика. Параллельно проводилась разработка процесса получения полых стеклянных микросфер - одного из главных компонентов нового материала.

В начале 70-х годов был спущен на воду и принят в эксплуатацию первый *обитаемый* глубоководный аппарат «Север-2», рассчитанный для работы экипажа из 4-х акванавтов на глубинах до 2000м. В проницаемых конструкциях аппарата были установлены блоки плавучести из сферопластика ЭДС-7А и направляющие насадки для винтов. Многолетняя эксплуатация аппарата, находящегося и сегодня в «строю», подтвердила высокую надежность сферопластика: элементы плавучести ни разу не заменяли.

Совершенствование сферопластиков в последующие годы проводили в направлении снижения их плотности при сохранении, эксплуатационных характеристик - гидростатической прочности, водостойкости, продолжительности срока службы.



Рис. Подводный телеуправляемый комплекс «АКВА-ЧС»,
созданный специалистами НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана,
с элементами плавучести из сферопластика типа ЭДС.

В 1994-96 гг. активно проводились работы по исследованию влияния физико-механических характеристик компонентов связующих и микросфер на эксплуатационные показатели сферопластиков, следствием которых в 1997-98гг. стали разработка новых рецептур сферопластиков различной плотности серии ЭДС-ТЕ, изучение физико-механических характеристик при кратковременных нагрузках, оформление комплекта докумен-тации, необходимой для выпуска продукции по заказам потребителей.

Основные характеристики сферопластика марки ЭДС-650ТЕ
Плотность, кг/м ³
645-650

Разрушающее напряжение при сжатии, МПа 85-90

По результатам кратковременных испытаний лабораторных образцов сферопластик марки ЭДС-650ТЕ, ТУ 6-55-221-1516-98, плотностью (620-650)кг/м³, был рекомендован для всесторонних испытаний.

Наименование показателей	После воздействия гидростатического давления 60МПа	После воздействия 10 циклов: 30 мин - подъем, 100ч - выдержка 60 МПа; 70-100ч.- выдержка при 1 МПа
1. Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	70-85 (30 суток)	77-83
2. Модуль упругости при сжатии, МПа	2810-3300 (30суток)	3070-3100
3. Водопоглощение,г/см ² через 4 суток 30 суток	0,0011-0,0014 0,0018-0,0028	0,0028-0,0030

Модуль упругости при сжатии, МПа 2800-3200

Исходная гидростатическая прочность, МПа 98-110

В условиях ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова по программе МВИ были выполнены полномасштабные испытания образцов и блоков сферопластика ЭДС-650ТЕ размеров, результаты которых представлены в предлагаемом докладе.

Образцы 180х180х180мм

Плотность, кг/м³ 619 - 650

Исходная гидростатическая прочность, МПа 88 - 96

Дав- лени еМПа	Кол-во Цик- лов	Время выдерж- ки, ч.	Плот- ность кг/м ³	Коэффи- циент водопогло- щения, г/см ²	Остаточная гидроста- тическая прочность, МПа
48	1032	1764	620 - 650	0,003-0,004	84 – 92
	2003	3044		0,003-0,005	90 – 94

Образцы 400х400х600мм

Плотность, кг/м³ 638 - 649

Исходная гидростатическая прочность, МПа 86 - 92

Дав- лени еМПа	Кол-во Цикло- в	Время выдерж- ки, ч.	Плот- ность кг/м ³	Коэффи- циент водопогло- щения, г/см ²	Остаточная гидроста- тическая прочность,
----------------------	-----------------------	----------------------------	-------------------------------------	---	---

					МПа
48	1032	1764	648 - 650	0,004-0,006	90 - 92
	2003	3044		0,003-0,008	82 - 88
55	900	1500		0,009-0,011	80 - 86

Действие различных эксплуатационных факторов

Воздух (- 50 ⁰ С) - 2 часа; вода (+4 ⁰ С, давление 48 МПа) - 6 часов; вода (+32 ⁰ С) - 16 часов; воздух (+60 ⁰ С) - 2 часа; вода (+4 ⁰ С, давление 48 МПа) - 6 часов; вода (+32 ⁰ С) - 16 часов		
Количество циклов	Водопоглощение. г/см ²	Остаточ. гидростатическая прочность, МПа
0	0,001-0,0011	94-105
10	0,0011-0,0015	93-102
20	0,0015-0,0018	92-99
50	0,0028-0,0050	91-95
70	0,0067-0,0087	89-93

Масло- и бензостойкость сферопластика

Сферопластики являются маслобензостойкими материалами:

разрушающее напряжение при сжатии и ударная вязкость после их пребывания в течение 6 месяцев в индустриальном масле остались без

изменения; за время нахождения сферопластика в топливе от 1 до 150 суток величина поглощения топлива при температуре 20⁰С составила 0-0,04%, при температуре 100⁰С - 0 - 0,29%.

Заключение о горючести сферопластика

Результаты испытаний по оценке горючести по методу огневой трубы показали, что сферопластик - трудновозгораемый материал: горит только при непосредственном контакте с огнем. Время самостоятельного горения в отсутствии пламени 600-700 секунд, скорость горения 0,07-0,1см/сек.



Рис. 2 Комплект блоков плавучестей для оснащения ПТС.

Микробиостойкость (плесене- , грибостойкость) сферопластиков

Результаты испытаний сферопластика на микробиостойкость в условиях влажных морских субтропиков показали, что через 18

месяцев рост гриба отсутствовал, то есть сферопластик является микробиостойким материалом.

С учетом представленных результатов испытаний изделия и блоки плавучести из сферопластика марки ЭДС-650ТЕ рекомендованы для оснащения *обитаемых* подводных аппаратов с режимами эксплуатации, соответствующими требованиям ТУ 6-55-221-1516-98, на глубинах до 4,5 км включительно.

В последующие годы продолжались работы по модификации рецептур сферопластиков серии ЭДС-ТЕ, ТУ2296-002-10480641-2003, и были разработаны составы с меньшей плотностью по сравнению с ранее разработанными материалами типа ЭДС, ТУ 6-05-221-652-82.

Основные характеристики рецептур сферопластиков ЭДС-ТЕ

Наименование показателей	Значение по маркам		
	ЭДС- 600ТЕ	ЭДС- 450ТЕ	ЭДС- 400ТЕ
1. Кажущаяся плотность, кг/м ³	620-590	470-440	440-390
2. Разрушающее напряжение при сжатии, МПа, в пределах	70-80	27-35	20-30
3. Модуль упругости при сжатии, МПа, в пределах	2500-3000	1300-1700	1300-1400

4. Гидростатическая прочность, МПа, в пределах	80-105	27-40	30-40
5. Водопоглощение за 100 ч, г/см ² , не более, при гидростатическом давлении			
90 МПа	0,002	-	-
72 МПа	0,002	-	-
60 МПа	0,002	-	-
40 МПа	0,002	0,100	-
30 МПа	-	0,010	0,060
20 МПа	-	0,008	0,020
12 МПа	-	-	0,004
7,2 МПа	-	-	0,004

Были разработаны новые материалы с условной маркой сферопластика ЭДС-ВАТ. Кратковременные испытания образцов нового материала показали, что при максимальном гидростатическом давлении, разрешенном для данного испытательного стенда, 130 МПа, образцы не потеряли свою плавучесть и не разрушились.

Образцы 30х30х30мм

Наименование показателей	Значение		
1. Плотность, кг/м ³ ,	702	724	747

2. Разрушающее напряжение при сжатии, МПа,	97,6	103	99,9
3. Гидростатическая прочность, МПа,	> 130	> 130	> 130

В ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова испытания выполнены на образцах 180х180х180мм, изготовленных одновременно с указанными выше малыми образцами.

Результаты испытаний образцов 180х180х180мм

Наименование показателей	Значение
1. Плотность, кг/м ³ ,	724
2. Разрушающее напряжение при сжатии, МПа,	103
3. Гидростатическая прочность, МПа,	> 130

Приведенные данные показывают, что сферопластики являются работоспособным и надежным материалом для создания элементов дополнительной плавучести подводных технических средств, в том числе и обитаемых, с большими глубинами погружения, вплоть до предельных глубин Мирового Океана.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГИДРОЛОКАТОРОВ БОКОВОГО ОБЗОРА

Никитин Г.А., Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А.

Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва,
Нахимовский пр. 36,

т. 124-85-09, факс 124-85-09, gbo@mail.ru

The side scan sonar classification is offered that intended to the choice simplification of hydroacoustic means for the decision of the certain investigation tasks.

В основу предлагаемой классификации гидролокаторов бокового обзора (ГБО) положены данные, приведенные в работе [1], где выполнен анализ современного состояния гидролокаторов бокового обзора (ГБО). Как следует из данного анализа, на рынке в настоящее время представлены десятки фирм и компаний, каждая из которых, в свою очередь, предлагает потребителям многочисленные модификации ГБО, отвечающих самым различным требованиям потребителей, связанных с гидролокационной съемкой дна.

Спектр технических характеристик, цен и потенциальные возможности представленных на рынке ГБО является столь широким, что выбор модели ГБО, наиболее приспособленной для решения конкретных задач, представляется нелегкой задачей.

Предполагается, что приведенная ниже классификация, основанная на учете специфики задач пользователей ГБО и имеющихся в его распоряжении технических и финансовых средств, окажется полезной при выборе требуемой модели ГБО.

Как следует из рис. 1, в зависимости от технологии использования ГБО можно разделить на два класса: приповерхностные и заглубляемые.



Рис. 1. Классификация ГБО по технологии использования

Соответственно, приповерхностные ГБО в зависимости от технологии их использования делятся на два вида: бортовые и буксируемые.

Бортовые ГБО характеризуются тем, что их антенны жестко крепятся с помощью специальных приспособлений к борту плавсредства (обычно катера или моторной лодки) и заглубляются на несколько десятков сантиметров так, чтобы антенна ГБО оказалась ниже приповерхностного слоя воды, насыщенного пузырьками воздуха. Антенны буксируемых ГБО заглубляются на несколько метров (или десятков метров), что позволяет обеспечить съемку при наличии волнения в районе работ.

Все ГБО данного типа предназначены в основном для обследования мелководных акваторий преимущественно с малых

специально не оборудованных судов и катеров (включая моторные лодки). Поэтому их конструкция предельно упрощена, питание может осуществляться от аккумуляторов, а масса их антенных модулей не превышает обычно 5 – 6 кг.

Создание модульных комплектов для крепления приповерхностных ГБО на маломерных плавсредствах и модульных комплектов оборудования для буксировки типовых антенн ГБО для маломерных плавсредств существенно облегчают выполнение работ.

В свою очередь приповерхностные бортовые и буксируемые ГБО делятся на подвиды: ГБО малой, средней и большой дальности.

ГБО малой дальности используют акустические сигналы высокой частоты (обычно не менее 200 кГц), имеют дальность обзора до 100 – 150 м, высокое разрешение (не менее 0,1 – 0,2 м) и малогабаритные легкие антенны.

ГБО средней дальности работают на частотах около 100 кГц, имеют дальность около 500 м, разрешение около 0,5 м и сравнительно небольшие (длиной около 1,5 – 2,0 м) достаточно легкие антенны массой около 10 кг.

ГБО большой дальности имеют частоту, как правило, 70 кГц и меньше (до 5 – 10 кГц), полосу захвата не менее 1000 м (до 15000 м) и разрешение около 100 м (на краю обзора). Их буксируемые антенны имеют большие габариты, большую массу и требуют для их буксировки специально оборудованных судов. При обследовании глубоководных акваторий такие ГБО буксируются ниже термоклина (слоя скачка), что требует использования дополнительных заглубителей, длинных кабель-тросов и специального судового оборудования (спуско – подъемного оборудования, лебедки и т.д.).

Заглубляемые ГБО по технологиям их использования и конструктивным особенностям их антенн делятся на два вида: буксируемые ГБО и ГБО для подводных аппаратов. Каждый из этих видов ГБО делится на три подвида: ГБО для шельфовых глубин (до 300 м), ГБО для средних глубин (до 2000 м) и ГБО для больших глубин (более 2000 м).

ГБО для шельфовых глубин более просты, их буксируемый модуль с антеннами как правило меньше по габаритам и легче, чем у ГБО для средних и тем более для больших глубин. Длина кабель-троса меньше, заглубители проще и легче. По этим причинам использование ГБО для шельфовых глубин возможно с небольших судов при минимальном их дооборудовании лебедкой с кабель-тросом и простейшей кран-балкой.

ГБО для средних глубин имеют более массивные антенные модули, более длинный кабель-трос и более сложные заглубители, что требует для их использования специально подготовленных судов. Это относится и к ГБО для больших глубин. Вместе с тем, ГБО для средних глубин можно использовать и в акваториях с шельфовыми глубинами, хотя это и не всегда выгодно по финансовым соображениям.

Все эти три подвида ГБО делятся на ГБО малой и средней дальности так же, как и приповерхностные ГБО.



Рис. 2. Классификация ГБО по назначению

ГБО малой и средней дальности представлены на рынке в виде двухкоординатных и трехкоординатных модификаций ГБО (рис. 2). Первые предназначены для плановой съемки и результатом их использования являются тоновые изображения поверхности дна, которые часто представляются в виде так называемой мозаики района, обследованного перекрывающимися галсами. Вторые предназначены для батиметрической съемки дна, результатом которой являются батиметрические карты обследованных районов с наложенными на них тоновыми изображениями [2].

В свою очередь двухкоординатные ГБО подразделяются на одночастотные, двухчастотные и многочастотные приборы.

Одночастотные ГБО являются самыми простыми и дешевыми приборами с упрощенными технологиями их использования.

Двухчастотные ГБО предназначены для повышения разрешающей способности съемки (при соответствующем уменьшении дальности обзора дна) путем переключения оператором прибора на более высокую частоту в нужный момент или путем просмотра сразу двух полос при работе прибора одновременно на двух частотах.

Многочастотные ГБО позволяют использовать при обследовании дна акваторий от 3 до 5-6 частотных каналов, переключаемых оператором ГБО в процессе работы. При этом ГБО может работать одновременно на двух частотах, что позволяет одновременно производить съемку с высоким разрешением (для малой дальности) и низким разрешением (для большой дальности).

В свою очередь, для повышения разрешающей способности съемки и увеличения скорости буксировки двухкоординатные одночастотные и двухчастотные ГБО могут быть реализованы на основе использования антенн с синтезированной апертурой [3].

Трехкоординатные ГБО представлены в настоящее время одночастотными и двухчастотными модификациями.

ГБО большой дальности представлены только двухкоординатными одночастотными приборами.

При решении ряда задач определенный интерес представляют разновидности ГБО, работающие в так называемом «обращенном режиме», предназначенные для исследования гидродинамических неоднородностей в водной толще в виде внутренних волн на слое скачка, которые представляют собой обычные двухкоординатные модификации одночастотных ГБО, в которых характеристики

направленности ориентированы в сторону поверхности моря. Это позволяет визуализировать указанные неоднородности на фоне рассеивающей поверхности моря [4].

Таким образом, в настоящее время существует большой выбор ГБО практически для решения любых задач, связанных с обследованием поверхности дна акваторий и водной толщи.

Литература

1. <http://www.incseatech.ru/>. Никитин Г.А., Сычев В.А. Гидролокаторы бокового обзора – состояние и перспективы.
2. <http://www.sea.co.uk/swathplus.aspx?nav=products>
3. <http://www.ixsea.com/en/>
4. Н.А. Римский-Корсаков, В.А. Сычев. Использование метода гидролокации бокового обзора для визуализации гидродинамических возмущений. В сб. «Проявление глубинных процессов на морской поверхности. С. 153-159. Нижний Новгород, 2007 г.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛОКАТОРОВ БОКОВОГО ОБЗОРА

Никитин Г.А., Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А.

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

Нахимовский пр. 36,

т. 124-85-09, факс 124-85-09, gbo@mail.ru

The analysis is given of the development tendencies of the side scan sonar's and the further development principles are considered.

Анализ развития и современного состояния гидролокаторов бокового обзора (ГБО), выполненный в работе [1], свидетельствует о том, что в настоящее время разработкой ГБО заняты десятки фирм и компаний, поставляющих на рынок их многочисленные модификации, приспособленные для решения самых различных задач, связанных с гидролокационной съемкой поверхности дна.

В то же время представленная в данном обзоре информация позволяет выявить наличие следующих основных тенденций в их дальнейшем развитии и использовании:

- увеличение дальности обзора и глубинности в районе работ;
- повышение разрешающей способности;
- повышение скорости буксировки антенных модулей;
- совершенствование технологий использования;
- разработка модификаций, приспособленных для получения информации о батиметрии и поддонных структурах в районе работ;
- улучшение алгоритмов обработки и отображения получаемой информации.

Чем больше дальность обзора и выше скорость буксировки, тем выше производительность съемки и, следовательно, меньше затраты на выполнение работ.

Вместе с тем, принцип действия ГБО, как активного гидролокатора, функционально связывает между собой дальность обзора ГБО, его разрешающую способность и скорость буксировки. Улучшение одного из перечисленных параметров неизбежно приводит к ухудшению других, связанных с ним параметров, что не позволяет механически добиваться желаемого результата. Оптимальное решение находится, как правило, путем компромисса между значениями разных показателей. Поэтому, например, ГБО с высокой разрешающей способностью будет иметь более высокую рабочую частоту и меньшую дальность, чем ГБО с более низкой разрешающей способностью и более низкой частотой. В результате этого, при выборе и создании ГБО для решения конкретной задачи не всегда удается добиться желаемого компромисса между показателями с помощью простых технологий.

По этой причине, например, широкое применение нашли двухчастотные (многочастотные) ГБО, которые при работе на более низкой частоте имеют более высокую дальность, чем при работе на более высокой частоте. Однако выбор низкочастотного канала влечет за собой значительное ухудшение разрешения. Поэтому для достижения требуемого компромисса приходится усложнять технологию использования ГБО посредством выбора частотного режима в зависимости от требуемого разрешения или дальности обзора.

При проведении работ на средних и больших глубинах ситуация усложняется из-за необходимости учета зависимости длины буксирной линии для носителя антенны ГБО от скорости буксировки, а также из-за необходимости использования специального судового оборудования (спуско - подъемного оборудования, лебедки и т.д.), а также дорогостоящей навигационной системы для определения координат антенны относительно судна.

Алгоритмы обработки и представления получаемой гидролокационной информации в значительной степени зависят не только от параметров используемого ГБО, но и от точности навигационной привязки судна и антенны ГБО. Для оптимизации решения опять же приходится идти на компромисс между отдельными показателями системы обработки, что усложняет технологии использования ГБО и требует проведение предварительной подготовки компонентов ГБО под конкретную решаемую задачу.

Согласно приведенным в работе [1] данным для решения указанных выше задач в настоящее время используются как традиционные технические решения, так ряд новых технических решений.

При этом традиционные технические решения предусматривают:

- увеличение импульсной и средней мощности передатчиков, при уменьшении длительности зондирующих сигналов;

- сужение диаграммы направленности антенны;

- использование сложных сигналов;

- использование нескольких рабочих частот для одновременного или последовательного просмотра дна на разных частотах;

- уменьшение габаритов и массы буксируемых антенных модулей;

- использование тонких коаксиальных и оптоволоконных кабель-тросов для уменьшения длины буксируемой линии;

- создание модульных средств для крепления антенн ГБО на маломерных плавсредствах и модульных средств, обеспечивающих буксировку антенных модулей ГБО с борта обычных маломерных плавсредств;

- создание модульных конструкций ГБО, обеспечивающих оперативное создание различных конфигураций ГБО, приспособленных для оптимального решения конкретных задач;

- создание типовых заглубителей и комплектов их крепления для типовых ГБО и технологий их использования;

- разработка стандартных пакетов программного обеспечения, приспособленных для работы с различными типами ГБО;

- создание аппаратных комплексов, в которых помимо ГБО используются другие средства (такие как акустический профилограф, многолучевой эхолот, гидролокатор кругового или секторного обзора, а также различные датчики параметров водной среды).

В то же время нетрадиционные технические решения предусматривают:

- использование информации о направлении прихода эхосигналов для получения 3D – изображений поверхности дна, которые могут быть наложены на обычные тоновые изображения, получаемые ГБО [2];

- использование антенн с синтезированным антенным раскрытием, обеспечивающих получение разрешения, практически не зависящее от дальности [3];

- использование низкочастотных каналов, обеспечивающих обследование поддонных структур [4].

Литература

1. <http://www.incseatech.ru/>. Никитин Г.А., Сычев В.А. Гидролокаторы бокового обзора – состояние и перспективы.
2. <http://www.sea.co.uk/swathplus.aspx?nav=products>
- 3.. <http://www.ixsea.com/en/>
4. Сычев В.А. Двухчастотный гидролокатор бокового обзора. в сб. «Современные методы и средства океанологических исследований, 2007, с.24-28.

СТАНОВЛЕНИЕ В ВМФ МЕТОДА ПРОВЕДЕНИЯ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТ ИЗ УСЛОВИЙ

ДЛИТЕЛЬНОГО ПРЕБЫВАНИЯ

Смолин В.В. , Соколов Г.М.

Учреждение Российской академии наук Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем; 123007, Москва, Хорошевское шоссе, 76А;

тел. 8 (499) 195-15-73, факс. 8 (499) 195-22-53, e-mail: info@imbp.ru

The development and implementation of the method of saturation diving in Navy and the USSR Academy of sciences were carried out in same directions – experimental researches in hyperbaric complexes and mobile underwater diving complexes. The short chronology of the establishment of saturation diving method in Navy is given.

Самый эффективный метод выполнения водолазных работ – метод длительного пребывания (метод ДП, метод насыщенных погружений) – возник в 60-х годах прошлого века, когда в различных странах (США, Франции и др.), а затем в нашей стране появились стационарные подводные дома. В некоторых зарубежных бароцентрах были проведены предварительные исследования, направленные на разработку организационных, медицинских, технических и технологических аспектов данного метода. В нашей стране лишь два ведомства (Военно-морской флот и Академия наук СССР) сделали ставку на глубокое изучение в береговых бароцентрах (ГРК-30 и ГКК-ДП

«Кролик») сложных проблем, возникающих при разработке и внедрении метода ДП, и на отработку этого метода на самых перспективных в то время объектах – подвижных подводных комплексах ДП (самоходная СПЛ-63 и буксируемая ПЛ «Черномор»), которые за рубежом практически не использовались. В ходе разработки и внедрения метода по ряду показателей были превзойдены зарубежные достижения.

Первые исследования, направленные на изучение возможности продолжительного пребывания подводников под повышенным давлением, были выполнены в нашей стране в 1949 г., когда Постоянная комиссия по аварийно-спасательному делу АН СССР под руководством Л.А.Орбели и М.П.Бресткина с участием З.С.Гусинского, А.Ф.Панина, А.Г.Жиронкина и др. провела эксперименты на собаках под давлением до 100 м вод.ст. с экспозицией до 3 сут.

В 1952–1954 гг. И.А.Александровым, Б.В.Лазаревым-Станицевым, Г.Л.Зальцманом, В.В.Смолиным, В.Н.Смухным и др. были проведены исследования в барокамерах на животных и с участием испытуемых по продолжительному пребыванию в условиях повышенного до 4, 5, 7 и 9 кгс/см² давления воздуха. В результате за 5 лет до Дж.Бонда, считающегося основоположником метода насыщенных погружений, были получены основные исходные данные для метода ДП (по срокам безопасного пребывания, ограничивающим факторам, допустимому парциальному давлению кислорода, замещению азота гелием) были разработаны и проверены режимы декомпрессии для практически полного насыщения организма азотом воздуха при применявшихся величинах давления.

В 1966 г., когда за рубежом и в нашей стране уже имелись многочисленные публикации по строительству подводных домов и их использованию, Главнокомандующий ВМФ Адмирал флота Советского Союза С.Г.Горшков дал указание заместителю начальника Аварийно-

спасательной службы ВМФ контр-адмиралу Н.П.Чикеру на разработку и внедрение нового метода водолазных спусков в практику Военно-морского флота. Н.П.Чикер на совещании с руководством 40 НИИ МО предложил начать данную работу с приспособления 200-тонного понтона под подводный дом. Однако участники совещания предложили другой вариант начала работ по проблеме, основанный на двух основных направлениях: 1) переоборудование под ДП гидрорекомпрессионной камеры ГРК-30 и проведение на ней углубленных медицинских и технических исследований, 2) переоборудование под ДП экспериментальной спасательной подводной лодки ЭСПЛ-63 и отработка на ней экспериментальных спусков методом ДП с целью его внедрения в практику ВМФ.

После переоборудования лабораторной базы с ГРК-30 для выполнения исследований методом ДП и опробования в декабре 1967 г. ее технических средств 40 НИИ МО с начала 1968 г. приступил к проведению исследований в лабораторных и морских условиях. Руководителем работы был заместитель начальника Института по научной работе А.И.Фигичев, его заместителями – З.С.Гусинский и В.Г.Духовской, руководителем и ответственным исполнителем всех медицинских исследований – В.В.Смолин, технических исследований – Г.Б.Березин. Лабораторной базой, на которой проводились исследования, руководил В.П.Журавлев. Исследования проводились под научно-методическим контролем Постоянной комиссии по аварийно-спасательному делу АН СССР под руководством академиков Е.М.Крепса и В.Н.Черниговского. К исследованиям при разработке метода ДП для глубин до 300 м на отдельных этапах НИР привлекались специалисты Института эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова АН СССР, Института физиологии им. И.П.Павлова АН СССР, Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова, 1-го Военно-морского госпиталя, ВНИИ дезинфекции и стерилизации Минздрава СССР, НИИ гигиены морского транспорта Минздрава СССР и других

организаций. В 1968 г. в 40 НИИ МО был проведен первый спуск 4 испытуемых с 30-суточным пребыванием в КАГСр под давлением 5 м вод.ст. В 1969 г. «глубина» 10-суточных экспериментов была доведена 130 м вод.ст., а под давлением 100 м вод.ст. был проведен 30-суточный эксперимент, в котором приняли участие испытуемые В.А.Вишняков, Г.М.Соколов, В.С.Курочкис и С.В.Хлестаков.

В 1970 г. по готовности глубоководного водолазного комплекса (ГВК) экспериментальной спасательной подводной лодки СПЛ-63 проекта 666 под руководством А.И.Фигичева были проведены экспериментальные водолазные спуски методом ДП на Черном море на глубины 5 м с экспозицией 29 сут, 40 м – 10 сут с 2-суточной декомпрессией и 100 м – 30 сут с 4-суточной декомпрессией. Первыми акванавтами в морских условиях были сотрудники 40 НИИ МО В.А.Вишняков, Г.М.Соколов, В.С.Курочкис и Г.Р.Пелых. В 30-суточном эксперименте на глубине 100 м повторно участвовала 1-я группа акванавтов, но В.С.Курочкиса в ней заменил водолаз заказа СПЛ-63 Д.Е.Гондз. Медицинскими исследованиями руководили В.В.Смолин и З.С.Гусинский, спусками – В.П.Журавлев, Л.В.Нежмаков и И.О.Цветайло.

В 1971 г. было проведено опытовое учение на Черноморском флоте по выполнению типовых водолажных работ методом ДП на глубине 100 м с СПЛ-63 проекта 666. Впервые все акванавты, руководитель спуска (Л.В.Нежмаков) и обеспечивающий персонал представляли только члены команды СПЛ-63. Научными консультантами проводимого учения были В.В.Смолин, В.П.Журавлев, А.И.Клименко и Г.М.Соколов. Акванавты провели на максимальной глубине 1,5 суток и выполнили комплекс работ по оказанию помощи аварийной подводной лодке. Была подтверждена возможность выполнения аварийно-спасательных работ методом ДП с использованием подводных лодок.

В 1972 г. были выполнены исследования в барокамере с пребыванием испытуемых в КАГСр в течение 11 сут под давлением 300

м вод.ст., после чего декомпрессия составила 12 сут. Испытуемыми в эксперименте были В.Г.Панков, В.И.Шарков, В.М.Усков и В.М.Мезин.

С 1975 по 1979 г. под руководством Г.М.Соколова были завершены исследования по разработке метода ДП: проведены эксперименты по определению допустимых сроков пребывания людей под давлением до 300 м вод.ст. и уточнению параметров обитаемости камер ДП, а также разработан ряд руководящих документов. Были достигнуты рекордные экспозиции и установлена возможность пребывания человека (водолаза, периодически выполняющего в течение 3-4 ч работу под водой) при сохранении хорошей физической и умственной работоспособности под давлением 100 м вод. ст. в течение 40 сут, 200 м вод.ст. – 35 сут и 300 м вод.ст. – 30 сут.

В 1976 г. в Охотском море проведена опытная эксплуатация ГВК на СПЛ проекта 940 «Ленок» с ежедневным выполнением водолазных работ методом ДП продолжительностью до 2 ч на глубинах до 300 м. В работе приняли участие специалисты 40 НИИ МО (Б.М.Голдобин, В.В.Смолин, В.А.Вишняков, В.Н.Реммер и А.И.Клименко) и Тихоокеанского флота (В.В.Теплов, В.П.Кушнир), представители организации-проектанта и завода-изготовителя. Было проведено 942 человеко-спуска методом КП на глубины до 200 м и один спуск водолазов на 300 м с пребыванием под давлением 19 сут 11 ч 40 мин.

За разработку и внедрение в практику ВМФ метода длительного пребывания (ДП) под повышенным давлением – в 1980 г. сотрудники 40 НИИ МО инженеры А.И.Фигичев (руководитель работ), Г.Б.Березин и врачи-специфизологи З.С.Гусинский, В.В.Смолин и А.П.Фокин были удостоены звания лауреатов Государственной премии СССР.

В 1982 г. были проведены эксперименты на подводной базе-лаборатории ПБЛ-1840 с работой водолазов на глубинах 200–300 м. Во время одного из них водолазный специалист 40 НИИ МО В.И.Ионов в течение 2 ч выполнял типовые работы на глубине 306 м, что явилось рекордным достижением в отечественной водолазной практике.

С вводом в строй в 1987 г. гидробарокамеры ГБК-50 в 40 НИИ МО были развернуты комплексные физиологические исследования по разработке технологии погружения водолазов на глубины до 500 м. Продолжительность пребывания под давлением 350, 400 и 450 м вод.ст. составила 25 сут, а под давлением, соответствующим глубине 500 м, – от 10 до 15 сут, что значительно превосходило результаты, достигнутые за рубежом. В 1991 г. за героизм и мужество, проявленные при выполнении экспериментальных работ на глубинах более 300 м, водолажным специалистам А.И.Ватагину и Л.М.Солодкову присвоено звание Героя Советского Союза, а за высокие научно-практические достижения в решении проблем медицинского обеспечения при освоении больших глубин руководителю исследований В.В.Семко присвоено звание Героя Социалистического Труда. В 1995 г. водолазные специалисты А.Г.Храмов и В.С.Сластен за личное участие в экспериментах с ДП были удостоены звания Героев России.

В настоящее время после периода стагнации в ВМФ возрождаются водолазные спуски на большие глубины, создаются современные суда, оборудованные комплексами ДП.

КЛАССИФИКАЦИЯ ROV

Северов С.П.¹⁾, Розман Б.Я.²⁾, Елкин А.В.²⁾, Мысливец И.В.²⁾, Шерстов Е.А.²⁾

¹⁾Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана 107005 Москва, 2-я Бауманская ул. д.5.

www.bmstu.ru; aqua@sm.sm.bmstu

²⁾ Учреждение Институт океанологии им. Ширшова П.П. РАН,
117997, Москва, Нахимовский пр. 36, тел. (495) 129-20-45, e-mail
brozman@ocean.ru

Следуя программе ВМФ США создания подводных аппаратов [3] и обзору Института проблемных исследований Российской академии естественных наук [4], подтвердим, что за последние два-три десятилетия в ряде стран, занимающих ведущее положение в области морских технологий, было создано значительное число обитаемых и необитаемых, самоходных и буксируемых, автономных и привязных подводных аппаратов (ПА), используемых для решения широкого круга разнообразных военных и гражданских задач.

Наиболее интенсивно развивается разработка необитаемых подводных аппаратов (НПА). За этот период НПА продемонстрировали свою эффективность при выполнении противоминных, обзорно-поисковых и обследовательских работ в гидросфере и открыли ряд новых важных применений.

К последним можно отнести выполнение критически важных подводно-технических работ (ПТР) связанных с созданием, эксплуатацией, ремонтом и ликвидацией последствий природных или техногенных катастроф различных систем подводной океанотехники:

- при создании глубоководных детекторов нейтрино типа ANTARES в Бискайском заливе, AMANDA в Антарктике (вмораживаемого в лед), BAIKAL на дне озера Байкал, NESTOR в Эгейском море, DUMAND в акватории Гавайских островов;

- при прокладке донных магистральных трубопроводов (ДМТ) – газопроводов и нефтепроводов типа «Голубой поток» или «Северный нефтепровод»;
- при обустройстве, эксплуатации и ремонте трансконтинентальных волоконно-оптических линий связи;
- при поиске и дообследовании затонувших объектов – подводных лодок, судов, самолетов и наземных транспортных средств провалившихся под лед;
- при поиске и безводолазном подъеме на поверхность акватории испытываемых на морских полигонах образцов авиационного, артиллерийского и военно-морского оружия.

Все известные типы ПА можно распределить по двум видам: обитаемые подводные аппараты (ОПА) и необитаемые подводные аппараты (НПА). Оговоримся сразу, что любая классификация ПА условна. Нетрудно привести ряд ОПА, например, ОПА «URF», который сначала буксируется как НПА в оперативную акваторию без экипажа, а затем переводится в режим функционирования свойственный классу ОПА. Аналогично, многие ОПА, например «Алвин», «Моана» и др. проходили и проходят глубоководные испытания сначала в режиме НПА, а затем эксплуатируются как ОПА.

Национальных или международных стандартов на классификаторы ПА пока нет. Это предоставляет проектанту и менеджеру проектной деятельности в области подводной океанотехники возможность выбирать любую известную систему классификации и дополнять её необходимыми признаками.

В свою очередь, самоходные необитаемые подводные аппараты, получившие в иностранной литературе название UUV – Unmanned Underwater Vehicle, принято разделять на два больших класса: неавтономные (привязные) ТНПА и автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА). К неавтономным ТНПА относятся буксируемые и самоходные привязные подводные аппараты. Неавтономные НПА, имеющие в своем составе движительную

установку иначе самоходные неавтономные НПА, за рубежом известны как Remote Operated Vehicle, или сокращенно ROV. Наиболее полный перечень, более 800 типов ROV, по состоянию на конец 2007 года, содержится в [1]. В отечественной литературе эти аппараты наиболее часто называют либо дистанционно управляемыми НПА, либо подводными телеуправляемыми аппаратами (ПТА) [2,4]. Причем, наличие проводного канала энергообеспечения и телеуправления в виде буксирно-кабельной связи рассматривается как принципиально существенный признак при отнесении аппарата к этому классу (НПА–ПТА–ROV). Следовательно, НПА могут быть самоходными плавающими в толще воды или самоходными донными.

В целях проектного анализа и практической разработки подводных аппаратов может быть принята любая системная классификация, построенная на определенных критериях.

Систематизация любых объектов налагает определенные ограничения на области существования и функционирования систем, в частности, подводных робототехнических систем (ПРТС). Следует обращать внимание на возможности использования ПРТС: на границе атмосферы и гидросферы, в открытых оперативных акваториях, например САНПА; на границе гидросферы и литосферы; при проектировании мобильных подводных буровых установок (МПБУ); на границе плавающих ледовых образований в арктических и антарктических акваториях.

Многие из привычных «классических» проектных решений имеют ограниченное значение при проектировании двухсредних объектов, способных функционировать в атмосфере и гидросфере; при разработке подводно-подледных ПРТС; при разработке систем функционирующих в водной толще акватории и на любой из её границ с комбинированным типом движения.

Далее под неавтономными НПА (ТНПА) будут пониматься только самоходные аппараты. К автономным необитаемым подводным аппаратам (АНПА) отнесем самоходные НПА с автономной системой энергообеспечения и, как правило, беспроводным каналом телеуправления и связи.

Самоходные НПА с кабельным каналом управления и связи, обычно на основе волоконно-оптической линии связи, относят к полуавтономным аппаратам. Примером такого полуавтономного НПА может служить аппарат проекта NMRS (Nearterm Mine Reconnaissance System), разработанный компанией Northrop Grumman по заказу ВМС США [3]. К настоящему времени самоходные ТНПА сформировались в весьма многочисленный класс подводных робототехнических средств, насчитывающий около 600 различных проектов. Большая часть их с достаточной для проектных задач полнотой представлена в [1]. Общее количество созданных за рубежом аппаратов превысило 5000.

Мировыми лидерами в разработке самоходных ТНПА являются США, Великобритания, Канада, Франция, Германия и Япония, рис. 1. Проектные разработки ТНПА являются более многочисленными по сравнению с АНПА и уже прочно закрепившимися на мировом коммерческом рынке.

По функциональному назначению и особенностям бортового оснащения неавтономные ТНПА гражданского назначения также можно разделить на определенные классы (рис. 2), представленные далее. При этом, предполагается, что понятие «малогабаритный ПА» представляется вполне очевидным и интуитивно понятным, но требует уточнения. Разделение ПА на классы давно используется в литературе. Но в проектном смысле оно становится рабочим только в параметризованном виде. Придадим классификации малогабаритных ПА проектную определенность.

Известны очень большие морские подвижные объекты (МПО), которые можно классифицировать не как ПА, а как ПЛ. Известны большие аппараты. Известны аппараты с промежуточными значениями параметров. Известны аппараты классов «микро» и «мини», которые можно отнести к проектным продуктам мехатроники, сформировавшимся в результате миниатюризации всех бортовых систем исходных крупногабаритных массивных ПА.

Учитывая проектную обусловленность, веса МПО в воздухе, точнее в нормобарической атмосфере, его: массы, водоизмещающего объема и габаритов положим в основу классификации функционально различных ПА значение их массы:

- Микро (масса менее 5 кг);
- Мини (масса 5-30 кг)
- Легкие (масса 30-500 кг)
- Средние (масса 500-5000 кг)
- Тяжелые (масса свыше 5000 кг).

При анализе функциональности ПА в числе основных будем принимать указанное разделение по массе с соответствующими дополнительными функциональными и проектными признаками.

Литература

1. Remotely Operated Vehicles of the World, 7th Edition. Pages: 800. ISBN: 1-902157-75-3. Publisher: OPL. Year Published: 2006
2. Автономные необитаемые подводные аппараты/Под общей редакцией акад. М.Д. Агеева. Владивосток: Дальнаука, 2000–227 с.
3. The US Navy Unmanned Undersea Vehicle Master Plan, Department Navy, 2004. P. 80.
4. А.Ю. Бочаров Современные тенденции в развитии миниатюрных подводных аппаратов и роботов за рубежом. Подводные исследования и робототехника. №2 2006. С.36-52

ПОДВОДНЫЕ РОБОТЫ НА ШЕЛЬФЕ

Северов С.П.¹⁾, Розман Б.Я.²⁾, Елкин А.В.²⁾, Мысливец И.В.²⁾, Шерстов Е.А.²⁾

¹⁾Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана 107005 Москва, 2-я Бауманская ул. д.5.

www.bmstu.ru; aqua@sm.sm.bmstu

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

117997, Москва, Нахимовский пр. 36, тел. (495) 129-20-45, e-mail

brozman@ocean.ru

Рассматриваются проблемы разработки и использования класса малогабаритных телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов ТНПА на шельфе. Примем глубину шельфа равной глубине кромки континентального шельфа. Обычно кромку условно располагают на глубине 200 м, но известны случаи, когда резкое увеличение уклона происходит на глубине более 400 или менее 130.

В работе, в проектных целях, будем использовать понятие обобщенного класса подводных малогабаритных аппаратов (ПМА),

включающего, три классифицированных по массе групп: микро-(ПМКА), мини-(ПМНА), и малые (ПМЛА) подводные аппараты.

- Микро (масса менее 5 кг) - ПМКА;
- Мини (масса 5-30 кг) - ПМНА
- Малые (масса 30-500 кг) – ПМЛА.

Опосредованно, в целях сравнения, будем использовать примыкающие понятия: средние (масса 500-5000 кг) и тяжелые (масса свыше 5000 кг) аппараты. Классификационные группы, полученные по признакам массы и габаритов в определенном смысле близки, но не совпадают.

Основное назначение малогабаритных ТНПА - выполнение осмотра и обследовательских работ под водой в прибрежных морских или внутренних водах, а также допоиск подводных объектов. Кроме того, аппараты типа ТНПА могут применяться для установки гидроакустических маркеров и подъема предметов, захваченных манипулятором. Благодаря небольшим массогабаритным параметрам компонентов ТНПА и размещению их в специальных транспортных кейсах ТНПА может быть доставлен в кратчайшие сроки в район выполнения работ при помощи обычного автомобильного, авиационного и морского, надводного или подводного транспорта. Аппаратам класса ТНПА доступна значительная часть миссий АНПА: инспекция подводных коммуникаций; предотвращение несанкционированного доступа в акваторию; мониторинга экосистем и др.[5].

Компактное размещение элементов надводной части оборудования позволяет использовать аппараты типа ТНПА с небольших катеров и резиновых лодок, а в постоянно и сезонно ледовитых акваториях и зимой осуществлять спуски прямо со льда. Малые размеры и маневренность подводного аппарата позволяют ему проникать и обследовать области, недоступные водолазам,

например внутренние помещения затонувших объектов, галереи водозаборов, трубопроводы. Небольшая масса подводного аппарата, а также использование кевларового кабель-троса для питания и управления позволяют осуществлять спуск и подъем подводных аппаратов данного типа непосредственно за кабель без применения специальных спускоподъемных устройств, т.е. без использования кабеля как специальной механической БКС.

Благодаря низкому энергопотреблению системы ТНПА могут питаться от обычной однофазной сети переменного тока или от аккумуляторной батареи. Напряжение питания самого подводного аппарата, осуществляемое по кабель-тросу является безопасным для человека и не требует от персонала дополнительных знаний и навыков по обслуживанию электротехнических изделий [6].

Подводные микроаппараты (ПМКА) – новый класс ТНПА. Этот класс неавтономных ТНПА (micro-ROV) сформировался относительно недавно и объединяет аппараты, масса которых не превышает 5 кг. Как правило, ПМКА предназначены для выполнения обзорно-поисковых работ на глубинах до 100–150 м. К их числу можно отнести аппараты: AC-ROV SP50; SCALLOP; VR 250; VideoRay Deep Blue; GTO; MICRO; Gnom Mariscope Chilena; ГНОМ ИОРАН-ИНДЭЛ.

В качестве отдельного примера представим микро ТНПА ГНОМ, послуживший началом многочисленной эволюционной линии микро- и миниаппаратов [<http://www.gnom-rov.ru>].

Телеуправляемый подводный аппарат «ГНОМ-микро»



Предназначен для широкого применения, представляет собой 3-х моторный аппарат весом 1.5 кг, с двумя горизонтальными и одним вертикальным двигателем.

Цветная видеокамера высокого разрешения (450твл) помещена в полусферу из оргстекла, по тонкому (3мм диаметр) кабелю передается питание 48В, видеосигнал и команды управления. Рабочая глубина до 60 м. Максимальная скорость – 1.5 узла. Реализован вариант с наклоном камеры вверх-вниз, что обеспечивает угол обзора по вертикали 180°.

Рассматривая фотореалистическое, представленное здесь и схематическое, показанное на сайте [7], изображение, можно видеть, что подводный модуль ГНОМа выполнен в виде герметичного прочного **корпуса 6** (алюминиевого цилиндра) – с крышкой на торце. Сзади аппарата есть крепление для **вертикального двигателя 5**, впереди – **иллюминатор 1** для видеокамеры. К цилиндру прикреплены **два горизонтальных двигателя 3** с **осветителями 2** спереди и элемент плавучести из пенопласта, закрепленная на **шпильке 8**. На конце оси двигателя закреплен гребной винт (пропеллер). Внутри цилиндра расположена бескорпусная цветная видеокамера. Видеокамера - с регулируемым наклоном, эта функция управляется клавишами пульта управления. Внутри основного корпуса

размещены преобразователь питания, блок электроники и датчик глубины, мембрана которого выходит наружу на задней крышке. На крышке расположены герморазъем для кабеля связи. Внизу аппарата имеются **защитные полозья 7**, выполненные из пластмассовых трубок. Они используются для регулировки плавучести ГНОМа путем вставки внутрь металлических, как правило свинцовых, грузил.

Движители выполнены на базе мини-электромоторов, которые заключены в герметичные корпуса - “стаканы”. Передача вращения на гребной винт осуществляется с помощью магнитной муфты. Конусная головка двигателя 4 может свинчиваться самим пользователем для очистки в случае загрязнения.

Цена на 1-01-2009: **102 600 руб.**

Примечания: Тип электродвигателя ДПР –42. Оснащен датчиком глубины (точность 10-20см) с выводом информации на видеомонитор в режиме “Телетекст”. Есть режим автоматического поддержания заданной глубины. ГНОМ имеет небольшую положительную плавучесть за счет пенопластового поплавка и возможность ее изменения оператором вручную путем закладывания свинцовых грузил в полозья аппарата.

В комплект включен: подводный модуль (три двигателя, видеокамера, осветители), надводный блок управления/питания, катушка с кабелем 40 м, джойстик, транспортировочные кейсы.

Подводные миниаппараты (ПМНА) – известный класс ТНПА

Этот класс неавтономных ТНПА (mini-ROV) сформировался ранее micro-ROV и объединяет аппараты, масса которых заключается в пределах 5-30 кг.

К их числу можно отнести аппараты (масса в кг): Phantom 150 (14); Sirius (28); X-BotII (30г); Firefly (5,4); Fish 106 (20); FO (30); Junior (25); LBV-Little Bentic Vechicle (15); Nova Ray (25); Outland 1000 (17,7) [1].

Литература

5. Remotely Operated Vehicles of the World, 7th Edition. Pages: 800. ISBN: 1-902157-75-3. Publisher: OPL. Year Published: 2006
6. Автономные необитаемые подводные аппараты/Под общей ред. акад. М.Д. Агеева. Владивосток: Дальнаука, 2000–227 с.
7. А.Ю. Бочаров Современные тенденции в развитии миниатюрных подводных аппаратов и роботов за рубежом. Подводные исследования и робототехника. №2 2006. С.36-52
8. The US Navy Unmanned Undersea Vehicle Master Plan, Department Navy, 2004. P. 80.
9. Л.А. Наумов. Состояние и развитие подводной робототехники в России. ИПМТ ДВО РАН.2009. – 43 с.

ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИССЛЕДОВАНИЙ МИРОВОГО ОКЕАНА В СОСТАВЕ ЕСИМО

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

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
117997, Москва, Нахимовский проспект д.36,
тел.: (095) 124-5979, e-mail: esimo@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 технологий является технология информационной поддержки научных исследований Мирового океана, которая обеспечивает персонализированный доступ к научным ресурсам ЕСИМО; выполнение запросов, таблично-графическое и картографическое представление ресурсов системы пользователям с помощью различных коммуникационных устройств.

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 уровней.

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.

Программное обеспечение ведения информационной базы технологии выполняет следующие функции:

- ввод данных по результатам научных исследований в виде цифровых массивов данных, документов и изображений через формы экрана;

- ведение базы научных данных, включая загрузку, каталогизацию, генерацию метаданных, получение справочной информации о составе базы;

- интеграцию базы научных данных в систему распределенных баз данных ЕСИМО и предоставление описаний массивов информации базы данных в централизованную базу метаданных ЕСИМО;

- обмен океанографическими данными для обеспечения исследований Мирового океана в ходе морских комплексных экспедиций;

- удаленный доступ к базе научных данных и другой информации об океане, содержащейся в ЕСИМО.

База научных данных содержит документы и изображения, полученные в результате выполнения подпрограммы “Исследования природы Мирового океана” ФЦП “Мировой океан» за 1999-2008 годы, а также цифровые массивы информации, полученных в ходе проведения морских и прибрежно-морских экспедиций.

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 1999-2008 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 программно-аппаратного комплекса (ПАК).

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.

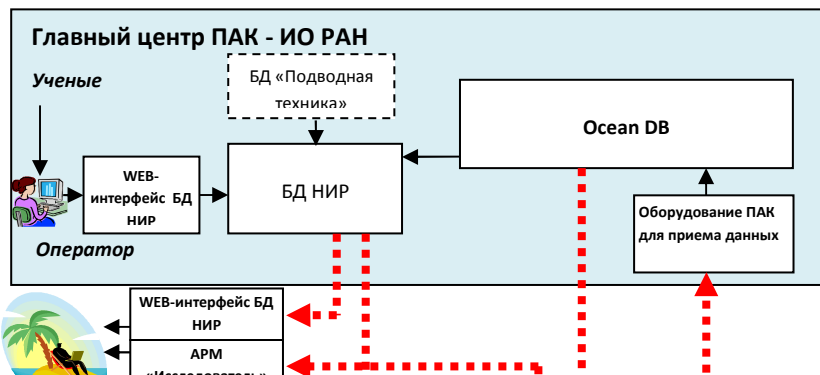


Рис.1

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

- региональный центр ПАК, который осуществляет прием и концентрацию данных от измерительного куста, и передает их главный центр ПАК;

- главный центр ПАК предположительно размещается в ИО РАН и обеспечивает управление средствами ПАК, 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.

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.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЛАНЫ РАБОТ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ ОКЕАНА

Горлов А.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

117997, Москва, ГСП-7, Нахимовский проспект, 36,

тел /факс: (499) 129-19-90, e-mail: ocean@bossmail.ru

Одной из важных проблем современной океанологии является энергетика океана. Ведущие страны мира уже более 30 лет изучают энергетические ресурсы океана, разрабатывают различные технологии преобразования и накопления океанской энергии. В СССР первые исследования по энергетике океана в 1979 году возглавил В.А.Акуличев, в настоящее время академик РАН, а в нашем институте с 1984 года распоряжением директора члена-корреспондента АН СССР А.С.Монина был назначен координатор по этому направлению, сформирована Межлабораторная группа, объединившая для выполнения НИР «Магнетик-АН» и «Облако-АН» более 25 научных сотрудников различных подразделений института. Целью работы являлась разработка долговременного энергоснабжения автономных средств океанотехники. К работе были подключены студенты и аспиранты базовых кафедр института (МФТИ, МВТУ). Профессор

Н.В.Вершинский читал курс по энергетике океана в МФТИ. Совместно с рядом научно-исследовательских и учебных организаций страны удалось разработать и создать несколько моделей и макетов установок, использующих энергию океана, были опубликованы статьи и получены авторские свидетельства. Для океанологических измерений с целью исследования процессов взаимодействия океана и атмосферы, изучения и прогнозирования климата, исследования синоптической изменчивости океана, изучения гидротермальной активности дна океана и многих других важнейших задач океанологии часто требуется установка в различных районах открытого океана сети автономных буйковых или донных станций. Регулярный съем и постановка таких средств океанотехники для смены батарей питания с конечным энергоресурсом является очень дорогостоящей, а в настоящее время при очень высоких ценах на судовое топливо, практически невозможной задачей. Решение ее в использовании преобразователей и накопителей возобновляемой энергии океана. Новая концепция «микроэнергетики океана» была разработана в ИОРАН. Основная цель научных и прикладных исследований в ее рамках – организация энергоснабжения автономных долговременных средств океанотехники для океанологических измерений (поверхностных, притопленных и донных буюв, донных сейсмических и гидроакустических станций, обсерваторий для изучения гидротермальных процессов и т.п.) за счет возобновляемой экологически чистой энергии океана. Учитывая малое потребление энергии большинством современных средств океанологических измерений, такая концепция позволяет рассматривать для создания энергопреобразователей не только «традиционные» источники океанской энергии (ветровое волнение, солнечная радиация, температурный градиент в тропиках и Арктике, значительные течения), но и энергию вихрей, рингов, промежуточных и донных течений, внутренних волн, химическую, гидростатическую и гидротермальную энергии и т.п. Развитие энергетики океана возможно только на основе

комплексного использования достижений в области океанологии, энергетики , океанотехники и современных конструктивных материалов. К сожалению, еще со времен СССР и по настоящее время энергетические проблемы рассматриваются (финансируются) Отделением энергетики РАН , а океанологические Отделением наук о Земле. Но направление «Энергетика океана» требует интеграции усилий, так как анализ и синтез высокого уровня технологий для преобразования того или иного вида энергии в сочетании с аккумулярованием электроэнергии в буферном режиме, возможно только на базе фундаментальных исследований массивов океанологических данных , разработки методов оценки энергоресурсов и изменчивости выбранного вида энергии в предполагаемом месте установки энергоблока. Возможность иметь постоянно возобновляемую энергию позволяют в рамках концепции «микроэнергетики океана» поставить вопрос о создании подводных микропроцессорных измерительных роботов , перемещающихся по любой выбранной траектории, выполняя роль как зонда, так и дрейфтера. Кроме того, возможно решать не только задачи долговременных измерений, но и накопления и передачи данных в реальном масштабе времени , автоматически уточнять координаты собственного местоположения. В ИОРАН была осуществлена эскизная проработка подобного энергоблока с подпиткой энергией волнения и солнца. Работа активно поддерживалась прежним руководством Института - профессором В.С.Ястребовым и д.т.н. Л.Л.Утяковым. В настоящем докладе приводятся результаты разработок демонстрационных макетов океанских энергоустановок , выполненных ИО РАН, совместно с рядом организаций, в частности, свободнопоточный преобразователь энергии течений с вертикальными турбинами типа Дарье и Савониуса в составе буйковой станции ; никель-водородный накопитель энергии ; точечный преобразователь энергии ветрового волнения; преобразователи энергии разницы температур между гидротермальным «факелом» и

окружающей средой в виде прямого термоэлектрического блока и в виде подводного турбогенераторного блока , а также некоторые данные их стендовых и натурных испытаний. С 1994 года по причине плачевной экономической ситуации в стране финансирование и работы по энергетике океана прекратились. Удавалось только отслеживать ситуацию по данному направлению за рубежом, получать информацию из Международной Ассоциации Океанских Термальных Энергетических установок , публиковать статьи, участвовать в некоторых конференциях и работе Совета РАН по возобновляемой энергетике. Анализ зарубежных данных в то же время показывал, что работы по энергетике океана в США, Великобритании, Японии, Франции, Дании, Норвегии, Тайване, Индии непрерывно, хотя и не очень интенсивно, продолжались. И только последние 5 лет наблюдается настоящий всплеск активности , направленный на создание коммерческих энергоустановок. Это объясняется высокими ценами на природное топливо, относительной ограниченностью его запасов, попытками смягчить техногенное воздействие на глобальное изменение климата за счет использования возобновляемых, экологически чистых источников энергии. В настоящем докладе подробно рассматриваются программы последних лет США, Канады , Великобритании, Японии, Индии по энергетике океана, приводятся технические данные волновых энергоустановок «Морской Дракон», «Пауэр Буй», «Пеламис», установок,использующих энергию течений типа «Опен Гидро Турбайн» , « МСТ Си Ген», «Вердан Пауэр Райт» и другие. Сравнение ряда технических решений новейших зарубежных преобразователей с имеющимися разработками ИОРАН дает основание говорить, что научно-технический задел института может с успехом использоваться для создания отечественных океанских энергоустановок . В частности, это касается подводных свободнопоточных энергоблоков, позволяющих экологически чисто преобразовывать энергию приливно-отливных и речных течений без строительства дамб и плотин. Особенно интересно возможное участие

в создании долговременных источников энергии для глобальной сети автоматических дрейфтеров , сетей автоматических автономных подводных аппаратов концепции М.Д.Агеева , долговременных кабельных лабораторий , разворачиваемых на шельфах многих стран мира. В последние годы работы по «микроэнергетике океана» возобновились в институте в рамках программы научных исследований Лаборатории океанологических измерений . Проводится анализ современного состояния энергетики океана за рубежом, разрабатываются методики оценки энергозапасов морей России и Мирового океана, проводится анализ перспективных мест в морях России для установки демонстрационных макетов, намечено провести совместные работы с некоторыми подразделениями института, подготовлены заявки на участие в реализации целевой научно-технической программы РАН по разработке и изготовлению демонстрационных макетов энергоблоков , использующих энергию поверхностного волнения и течений для средств океанологических измерений, разрабатываются рекомендации по развитию энергетики океана в России для Научного совета РАН по нетрадиционным возобновляемым источникам энергии и Научно-координационного океанологического центра РАН. Анализ современного состояния развития энергетики океана показывает , что уже нельзя ограничиваться работами в рамках «микроэнергетики океана». Имеющийся в ИОРАН научно-технический задел , а также высококвалифицированный коллектив ученых позволяет ставить и решать задачи разработки методик оценки энергозапасов, выбора и исследования перспективных мест для установки пред-коммерческих макетов энергоустановок средней (до 1 МВт) и большей мощности , а также участия в координации, разработке, создании и долговременных натурных испытаниях этих макетов. Такая постановка направления работ полностью совпадает с последними решениями Правительства страны о быстрейшем переходе от фундаментальных к прикладным исследованиям, с заявлениями спикера Госдумы о

поддержке широкого внедрения в стране возобновляемых источников энергии, с решениями Еврокомиссии о обязательной 20 % доле выработки энергии в странах ЕС к 2020 году . Для нашей страны интересны работы по следующим видам энергетики океана : ветровое волнение, приливно-отливные течения , ветер на шельфе, арктические океанские тепловые станции (АОТЭС), течения многочисленных рек, подводные гидротермы , биотопливо из водорослей, а с учетом международных связей России с различными странами тропического пояса , то и по ОТЕС и градиенту солености. Важно также участвовать в разработке электролизеров морской воды для водородной энергетики, создании океанских подводных гидравлических и других типов накопителей энергии океана. В докладе также рассмотрены возможные чисто океанологические задачи по энергетике океана для всех направлений института. Например, очень важными задачами для энергетики океана является выбор перспективных мест для использования тех или иных видов энергии с учетом многолетних баз данных, сведений по батиметрии и геологии дна, оценка допустимого уровня отбора мощности преобразователем энергии без ущерба окружающей среде и моделирование вероятных экстремальных погодных ситуаций для предотвращения разрушения самого преобразователя . Или исследования проблемы - всегда ли энергетика океана является экологически чистой ? В докладе рассмотрены основные виды воздействий на окружающую среду при преобразовании различных видов возобновляемой энергии океана. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) в 2008 году начала работу по этому вопросу и наш институт может принять участие, базируясь на исследованиях по взаимодействию океана и атмосферы и мониторинга климатических изменений , разработанных членом-корреспондентом РАН С.С.Лаппо и активно продолжаемых его учениками. Совсем фантастической задачей представляется моделирование возможного управления климатом , ураганами и тайфунами, в результате отбора тепла и

энергии океана сетью самодвижущихся ОТЕС большой мощности. Много важных вопросов по энергетике океана может решить коллектив подразделений института биологически-экологического направления. В докладе также рассматриваются первоочередные организационные вопросы для действительного возрождения в институте работ по энергетике океана. Это поиск заказчиков и источников финансирования ,образование нового структурного подразделения - Рабочей группы , формирование Межлабораторной группы , перенос часть работ в филиалы института , подключение к работе студентов и аспирантов МФТИ, МГУ , МВТУ.

НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ С ПРИВЯЗНЫМИ ПОДВОДНЫМИ АППАРАТАМИ.

Сычев В.А., Зарецкий А.В.,

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

117997, Москва, ГСП-7, Нахимовский проспект, 36,

тел /факс: (095) 124-85-09, e-mail: gbo@mail.ru , zaretsky@ocean.ru

The plots are submitted of the dependences of working depths of the real underwater towed apparatus and ROV from the water stream speed and from the length, diameter and weight of the cable.

В докладе рассмотрены методы решения проблемы, связанной с обеспечением требуемого заглубления подводных буксируемых и телеуправляемых аппаратов. На основе характеристик штатных кабелей, используемых с рядом подводных аппаратов, рассчитаны величины их заглубления, как функции скорости буксировки или скорости течения.

Известны проблемы, возникающие при работе с буксируемыми аппаратами (БА), связанные с необходимостью обеспечения их заглубления на требуемую глубину. При этом исходными данными являются максимальная рабочая длина кабеля и минимальная скорость, на которой судно может обеспечить буксировку БА по заданному маршруту. Аналогичным образом, при работе с подводными телеуправляемыми аппаратами (ПТА) в районах, где наблюдается сильное течение, его заглубление может оказаться несравнимым с тем, что обеспечивается при отсутствии течения. В

результате пользователю ПТА часто не удается решить поставленные задачи.

Указанная ситуация в случае БА иллюстрируется на рис. 1, на котором показано, что при работе с кабелем длины L заглублиение БА H при высокой скорости буксировки V может оказаться много меньше длины кабеля. При этом проблема усугубляется тем, что для большинства реальных судов существует минимальная скорость, ниже которой судно не может перемещаться в связи с риском выхода из строя судового двигателя или в связи с потерей управляемости на рабочем участке галса. В результате рабочей длины кабеля может оказаться недостаточным для того, чтобы приблизить, например, антенны гидролокатора к поверхности дна до требуемого расстояния.

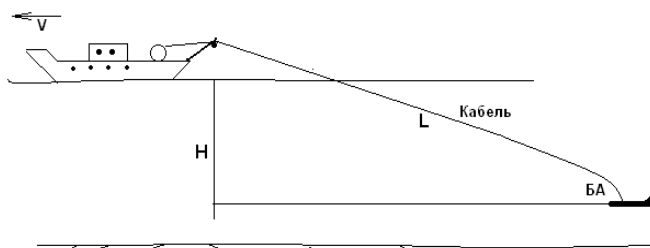


Рис. 1. Геометрия кабельной линии БА при буксировке скоростью V .

Сходная ситуация складывается и при работе с ПТА, несмотря на то, что судно при этом обычно в районе работ становится на якорь. Возникающие при этом проблемы связаны с наличием течения в районе работ, а также с использованием для связи с ПТА кабеля с нейтральной плавучестью, заглублиение которого производится за счет работы винтов ПТА. В результате его максимальное рабочее

заглубление также оказывается существенно ниже, чем используемая длина кабеля.

Для оценки величины указанного заглубления в работе [1] предлагается использовать программу, в которой в качестве исходных параметров берутся следующие: длина, диаметр и погонная масса кабеля, а также плавучесть и площадь миделя подводного аппарата.

Значения указанных параметров для буксируемых аппаратов, на которых установлены антенны гидролокаторов бокового обзора, «ГБО-200», «Микросаунд» (разработки ИО РАН) [2] и «S-3000» (разработки фирмы «Klein Sys.») [3], а также подводного телеуправляемого аппарата «Гном» (разработки ИО РАН) [2] приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для расчета заглубления некоторых БА и ПТА.

	БА «ГБО-200»	БА «Микросаунд»	ПТА «Гном»	БА «ГБО S-3000»
Длина троса, м	300	До 300	300	300
Диаметр троса, см	0,25	1,3	0,25	1,02
Погонная масса троса, кг/м	0,050	0,2	0,020	0,7

Плавучесть, Н	-200	-200	+10	-300
Площадь миделя, см ²	50	50	400	50

Графики зависимости заглубления подводных аппаратов от скорости потока (буксировки или течения), полученные с помощью указанной выше программы приведены на рис. 2.

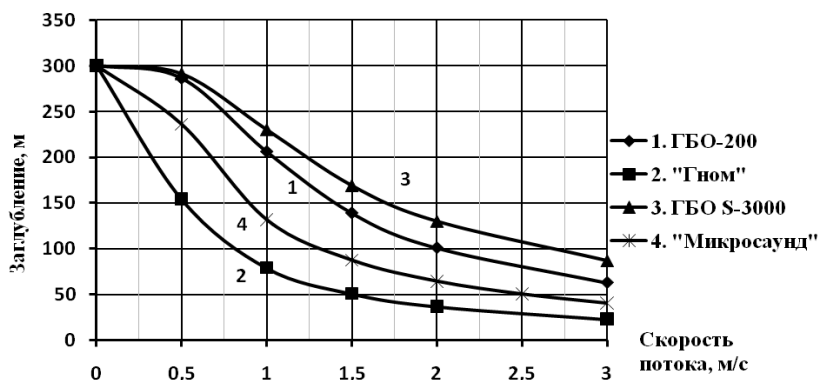


Рис.2. Расчетные величины зависимости заглубления некоторых типов подводных аппаратов от скорости потока.

Следует отметить, что использование хорошо известных средств заглубления подводных аппаратов, основанных на использовании различных типов заглубителей, на практике часто оказывается неприемлемым из-за существенного усложнения технологии работ и необходимости применения специального судового оборудования.

Поэтому предполагается, что предлагаемая в работе [1] программа может оказаться полезной для оценки в реальных условиях возможности использования различных привязных аппаратов при

наличии ограничений, налагаемых реальными скоростями буксировки (для БА) или течения (для ПТА).

Литература.

1. Зарецкий А.В. Программа расчёта статики подводных тросовых систем. МСОИ – 2009, см. настоящий сборник.
2. <http://www.ocean.ru>
3. <http://www.l-3klein.com/>

ГИДРОЛОКАТОР БОКОВОГО ОБЗОРА ДЛЯ ШЕЛЬФОВЫХ ГЛУБИН

Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А., Лежнин В.А.

Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва,
Нахимовский пр. 35, т. 124 85 09, факс 124 85 09 , gbo@mail.ru

В данном сообщении приведены технические характеристики гидролокатора бокового обзора (ГБО) «ГБО-200», отличительной особенностью которого является возможность его использования для детальной гидролокационной съемки поверхности дна на глубинах до 200 м с борта неприспособленного судна.

Постоянно расширяющаяся потребность в проведении гидролокационной съемки поверхности дна привела к появлению на рынке многочисленных модификаций гидролокаторов бокового обзора (ГБО), позволяющих удовлетворить самые различные требования потенциальных потребителей [1].

При этом для выполнения работ на малых глубинах используются обычно недорогие ГБО, которые максимально приспособленные для установки на малотоннажные суда, в то время как при работе на больших глубинах используются дорогостоящие ГБО, требующие использования судов со специальным оборудованием (спуско-подъемные устройства, лебедки и т.д.).

В то же время на рынке недостаточно представлены ГБО, приспособленные для выполнения детальной гидролокационной съемки с борта малотоннажных неприспособленных судов. Назначение ГБО-200 заключается в том, чтобы заполнить указанную нишу.

Фактически ГБО-200 представляет собой модификацию ГБО «Мезоскан-М», которая не требует использования специального судового оборудования и может быть приспособлена для работы практически с любого малотоннажного судна или катера.

Функциональная схема ГБО «ГБО-200» представлена на рис. 1, а внешний вид судового электронного блока, лебедки с кабелем и буксируемого носителя – на рис. 2.

Как видно из приведенной на рис.1 функциональной схемы, «ГБО-200» включает в себя буксируемый носитель, судовой электронный блок и лебедку ПИ-24М с кабель - тросом. Для регистрации и отображения гидролокационной информации используется интерфейс и ПО «РАСТР» [2].

Масса указанной лебедки с одножильным кабель – тросом длиной 300м, снабженной токосъемником и счетчиком длины кабель – троса, составляет всего 20 кг, что позволяет использовать ее при работе практически с любого малотоннажного судна или катера. Малый диаметр кабель – троса, который составляет всего 2,5 мм, дает возможность заглубить буксируемый аппарат с антеннами в придонную область на глубинах до 200 м при реальных скоростях буксировки.

Основные технические характеристики «ГБО-200» приведены в Таблице 1. Согласно приведенным в указанной таблице данным, рабочая частота гидролокатора составляет 240 кГц, что позволяет производить гидролокационную съемку поверхности дна с дальностью до 150 м. Обмен информацией между буксируемым аппаратом и судовым блоком обеспечивается с помощью системы частотного разделения.

Таблица 1. Основные технические характеристики «ГБО-200».

Состав	Судовой блок
--------	--------------

	Буксируемый аппарат Лебедка ПИ-24М Интерфейс и ПО «РАСТР» с ПК
Назначение	- Детальная гидролокационная съемка поверхности дна на глубинах до 200 м
Рабочая частота	240 кГц
Дальность	150 м
Угловое разрешение	1 ⁰
Разрешение по дальности	0,1 м
Габариты	
- судовой блок	300 х 250 х150 мм
- буксируемый носитель	1540х260х220 мм
Интерфейс «РАСТР»	80 х 300 х250 мм
Вес	
Судовой блок	4 кг
- буксируемый аппарат	20 кг
- интерфейс «РАСТР»	2 кг
Электропитание	220В х 0,3 А или +12В х 2А

Электропитание гидролокатора может производиться как от сети переменного тока напряжением 220 В, так и от аккумуляторов

напряжением +12В. Последнее обстоятельство в особенности важно при работе с неприиспособленных судов.

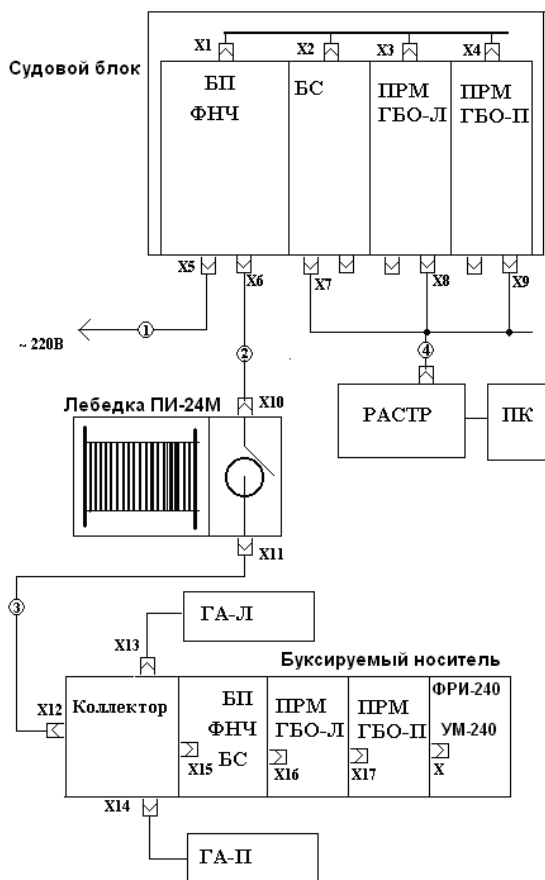


Рис. 1. Функциональная схема «ГБО-200».

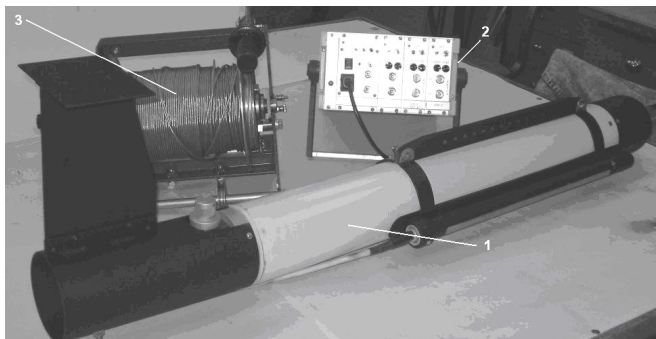


Рис. 2. Гидролокатор «ГБО – 200». Внешний вид буксируемого носителя с антеннами (1), судового электронного блока (2) и лебедки с кабелем (3).

Таким образом, с учетом возможности использования с борта малотоннажных неприспособленных судов гидролокатор «ГБО-200» представляет собой эффективное средство для проведения детальной гидролокационной съемки поверхности дна в прибрежных водах на глубинах до 200 м .

Литература

5. 1. <http://www.incseatech.ru/>. Никитин Г.А., Сычев В.А. Гидролокаторы бокового обзора – состояние и перспективы.
6. Римский-Корсаков Н.А., Сычев В.А. Многоцелевой гидролокатор бокового обзора «Мезоскан-М». ». В сб. «Современные методы и средства океанологических исследований». Москва. 2007 г. С. 15-20.
7. Бушуев К.Л., Русак Ю.С. , Универсальный программно-аппаратный комплекс «RASTR-USB». В сб. «Современные

методы и средства океанологических исследований». Москва.
2007 г. с.28-32.

ФАЗОВЫЕ БАТИМЕТРИЧЕСКИЕ ГИДРОЛОКАТОРЫ SEARplus

Сычев В.А., Бриллиантов А.Н.

Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН,

Москва, Нахимовский пр. 36,

т. 124-85-09, факс 124-85-09, gbo@mail.ru

Аннотация

Приведены сведения о новом виде батиметрических систем – фазовых ГБО. Приведены характеристики одной из таких систем:

SWATHplus. Анализируются их возможности в различных океанологических приложениях.

Цель данного доклада заключается в том, чтобы представить на примере системы SEAPlus сведения, позволяющие получить представление о возможностях нового вида батиметрических систем – фазовых ГБО. Принцип действия этих систем известен достаточно давно [1] и основан на измерении направления прихода эхо-сигналов в приемнике гидролокатора бокового обзора (ГБО), что позволяет определить профиль рельефа дна в полосе обзора.

При кажущейся простоте метода потребовались многолетние усилия специалистов в различных областях, чтобы, наконец, появились батиметрические системы, наиболее известной из которых является SWATHplus фирмы «SEA Ltd.» [2], блок – схема которой представлена на рис.1.

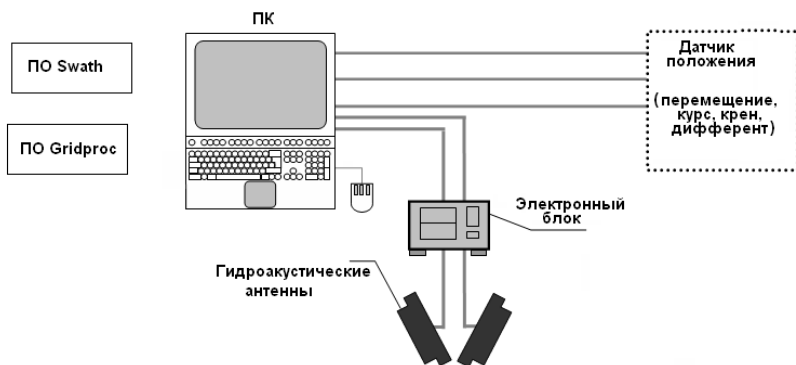


Рис. 1. Блок-схема батиметрической системы SWATHplus.

В состав системы входят гидроакустические антенны левого и правого борта, электронный блок, преобразующий аналоговые

сигналы в цифровые ПК, который в реальном времени с помощью ПО Swath обеспечивает обработку и отображение данных в амплитудных и батиметрических каналах системы. При этом амплитудные каналы обеспечивают получение тоновых изображений поверхности дна, аналогичные тем, что формируются в обычных ГБО. Батиметрические каналы обеспечивают определение формы рельефа дна в полосе обзора. Данные датчика положения (курса, крена, дифферента) используются для коррекции искажений изображений в обоих каналах, возникающих вследствие качки и рыскания судна, а также других факторов.

Система выпускается в 3 модификациях с рабочими частотами 468 кГц, 234 кГц и 117 кГц, что позволяет производить при благоприятных условиях батиметрическую съемку поверхности дна с дальностью 100 м, 200 м и 500 м, соответственно, при условии, что отношение наклонной дальности к глубине не превышает 7,5.

SWATHplus обеспечивает сбор, обработку и отображение данных с использованием ПО "Swath". Это ПО также позволяет обеспечить управление и инсталляцию системы, а также выдает информацию о диагностике ошибок. ПО обеспечивает сохранение данных в двух форматах: 'сырой' и 'обработанный'. Обработанные данные отображаются на мониторе ПК в виде, который может изменяться по желанию оператора.

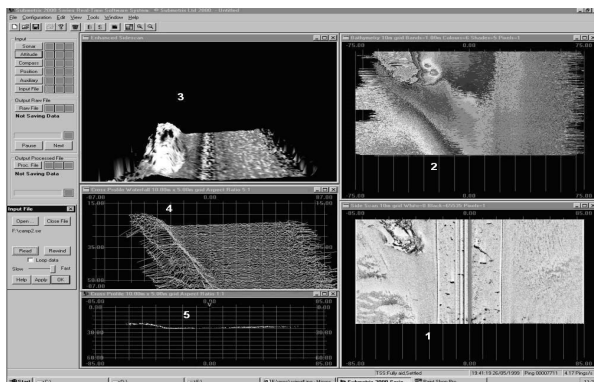


Рис. 2. Вид окон в одном из режимов отображения данных в системе SWATHplus: 1- тоновое изображение на выходе амплитудных каналов; 2 – батиметрическая карта (в цвете); 3 – батиметрическая карта в виде 3-D изображения; 4 - батиметрическая карта в виде системы профилей рельефа дна; 5 – текущий профиль рельефа дна.

Программа Gridproc используется в режиме пост-обработки, которая выполняется после завершения съемки на штатном ПК системы, или же на другом ПК. Она выполняет многочисленные функции, среди которых следует отметить такие функции, как:

- размещение всех обработанных данных (глубина и амплитуда) в сетчатую цифровую модель рельефа DTM (gridded digital terrain model) с целью обеспечения различных видов фильтрации и статистической обработки батиметрических данных;

- 3D – представление данных в сетке, что позволяет оператору видеть дно в трех измерениях и даже "летать" над морским дном с использованием мыши или по заранее заданным маршрутам и т.д.

Следует отметить, что разработчики системы SEAPlus обеспечили возможность совместимости ПО Gridproc со многими аналогичными программными пакетами других разработчиков ПО, такими как Hypack, AutoCAD, GeoSurvey и др.

В числе приложений, в которых данная система может оказаться незаменимой, следует указать такие, как гидролокационная съемка дна по батиметрическому и амплитудному каналам; обнаружение и идентификация подводных объектов; осмотр трубопроводов, кабелей плотин и т.п.

Особенно перспективным представляется использование «обращенных» модификаций системы для визуализации и исследования гидродинамических неоднородностей в водной толще, подобно тому, как это делается в случае «обращенных» модификаций обычного ГБО [3].

С учетом высокой стоимости таких систем при планировании работ можно было бы ориентироваться на их аренду у организаций, которые могли себе позволить приобретение системы в собственность. С другой стороны, в ряде приложений, связанных, например, с идентификацией малоразмерных 3D - объектов на дне весь потенциал систем, аналогичных SWATHplus, может оказаться излишним. В связи с этим следует ожидать появления модификаций ГБО, в которых фазометрический канал используется только для идентификации малоразмерных 3D – объектов.

Следует отметить, что опытная эксплуатация системы при мониторинге газовых переходов на Волге продемонстрировала ее исключительную эффективность при батиметрической съемке дна, а также при необходимости идентифицировать малоразмерные 3 – D объекты на поверхности дна.

Литература

Ю.И.Ломоносов, В.А.Сычев. Фазовые гидролокаторы бокового обзора. В сб. «Комплексные исследования Мирового океана». Москва. С. 134-136.

<http://www.sea.co.uk/swathplus.aspx?nav=products>

Н.А. Римский-Корсаков, В.А. Сычев. Использование метода гидролокации бокового обзора для визуализации гидродинамических возмущений. В сб. «Проявление глубинных процессов на морской поверхности. С. 153-159. Нижний Новгород. 2007 г.

МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИЗУЧАТЕЛЬ

Рублев В.П.¹, Короченцев В.И.¹, Ольшанский В.М.²

1. Дальневосточный государственный технический университет,

690950, г.Владивосток, ГСП, ул.Пушкинская, 10,

тел. (4232) 45-09-85, E-mail: LAVR46@mail.ru

2. Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,

г. Москва, Ленинский проспект, 33

тел. (499) 135-97-45, E-mail: vmolsh@yandex.ru

Современные гидроакустические средства находят широкое применение для решения самых разнообразных задач. Изучение и освоение Мирового океана, в частности сейсморазведка, требует для своей реализации использования мощных кратковременных акустических импульсов.

Представляется перспективным для возбуждения зондирующих импульсов в морской геологоразведке и сейсморазведке разработка излучателей мощных кратковременных акустических импульсов на основе электрогидравлического эффекта.

Электрогидравлический эффект (ЭГЭ) обнаружен сравнительно недавно и уже нашёл применение в некоторых областях техники, но изучению возможности его использования в импульсных акустических излучателях в настоящее время уделяется недостаточно внимания, по крайней мере, это следует из содержания доступной научно-технической литературы и журнальных публикаций. Осуществление электрогидравлического эффекта связано с относительно медленным накоплением энергии в источнике питания и практически мгновенным её выделением в жидкой среде. При подаче на электроды специально сформированного импульса напряжения происходит развитие искрового разряда. ЭГЭ сопровождается возникновением в водной среде мощной волны сжатия. На первой стадии происходит последовательное прорастание стримеров от положительного электрода к отрицательному электроду. Далее при замыкании стримером обоих электродов образуется разрядный канал электрического тока, радиус которого увеличивается. Сопротивление

расширению со стороны окружающей канал жидкости вызывает резкое возрастание давления в оболочке канала, в силу чего явление приобретает характер взрыва и при этом наблюдается мощный акустический импульс в морской среде, который и может быть использован в качестве зондирующего импульса. Конструкция электрогидравлического излучателя приведена на рис. 1.

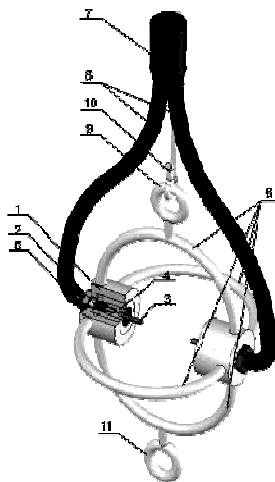


Рис. 1. Конструкция и основные элементы электрогидравлического излучателя для морской геологоразведки

- 1 - корпус держателей электродов;
- 2 - электроизолирующая втулка держателей; 3 - электрод;
- 4 - держатели электродов; 5 - болт-фиксатор кабеля; 6 - дуги-фиксаторы относительного положения корпусов держателей электродов; 7 - фиксирующая трубка; 8 - жилы электрического кабеля подачи импульсов на электроды; 9 - рым-кольцо для подвеса излучателя в рабочем положении;
- 10 - лить подвеса; 11 - рым-кольцо подвеса груза стабилизатора

В приведенной конструкции акустическая мощность зондирующего импульса в основном зависит от энергии электрического разряда.

Повышение эффективности преобразования электрической энергии в акустическую энергию и излучение акустической волны в заданном направлении может быть достигнута применением излучателя, конструкция которого приведена на рис. 2. На рисунке изображен общий вид магнитогидродинамического (МГД) излучателя, вид сверху и разрез по сечению А-А.

МГД излучатель, состоит из электрического разрядника 1, размещенного у выходного отверстия акустического резонатора 2, выполненного в виде трубы, заглушенной с противоположной стороны. Корпус акустического резонатора 2 выполнен из немагнитного электроизоляционного материала. Электроды разрядника 1 расположены между разноименными полюсами постоянных магнитов 3 и 4, закрепленных болтами 5 и 6 так, чтобы электрический разряд был перпендикулярен направлению магнитных силовых линий. Импульсное напряжение подается на электроды 3 по токоведущим проводам 7.

При подаче электрического импульса с генератора между электродами разрядника 1 происходит электрический разряд, сопровождающийся наличием электрической дуги (газоразрядной плазмы). Одним из основных свойств плазмы является сильное взаимодействие ее с внешними электрическими и магнитными полями. Она является также своеобразной средой, в которой легко возбуждаются и распространяются различного рода колебания и волны.

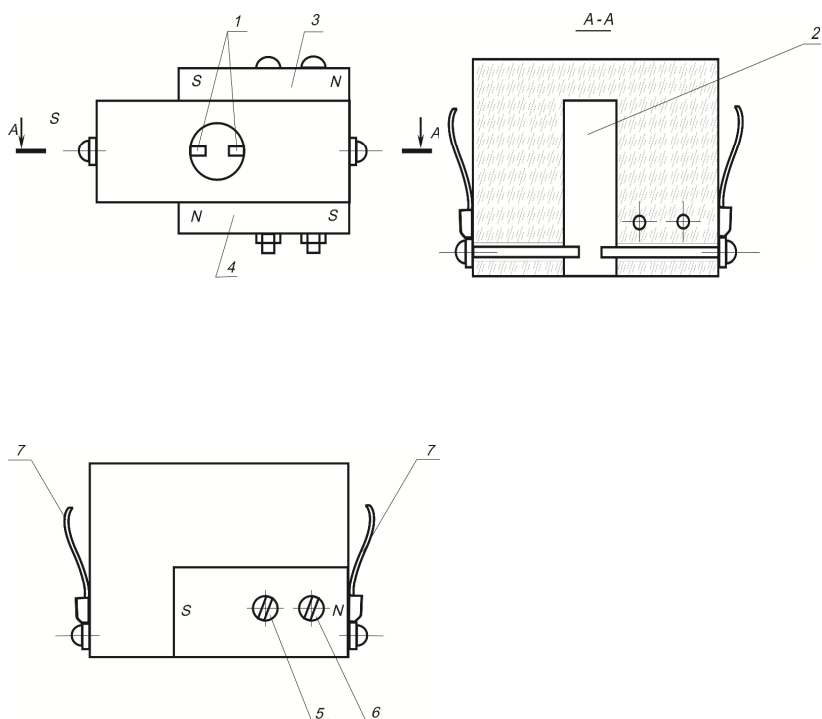


Рис. 2. Магнитогидродинамический излучатель

Электрический разряд в воде в результате разрыва сплошности среды вызывает гидравлический удар, который обусловлен сжимаемостью жидкости и упругой деформацией корпуса акустического резонатора, а также распределенностью массы жидкости по длине трубы акустического резонатора. Гидравлический удар сопровождается волновым процессом в акустическом резонаторе с наложением ударных волн, при котором колебания

(пульсации) давления повторяются до тех пор, пока начальная кинетическая энергия не будет поглощена трением (преобразована в теплоту). Ввиду того, что электрический разряд происходит в магнитном поле, в результате явления электромагнитной индукции, электрическая дуга смещается вдоль оси акустического резонатора, что дополнительно повышает первоначальный заброс давления гидравлического удара. На рис. 3 показан импульс тока, протекающего в электрической дуге излучателя. Колебательный характер импульса обусловлен тем, что емкость разрядного конденсатора электрогенератора и суммарная индуктивность токоведущих проводов с индуктивностью выходного дросселя электрогенератора образуют колебательный контур. При положительном полупериоде дуга смещается вдоль оси акустического резонатора, в результате чего волна акустического давления перемещается вдоль трубы акустического резонатора. Длина трубы акустического резонатора (рис. 2) выбрана такой, чтобы волна акустического давления прошла вдоль трубы акустического резонатора и, отразившись от заглушенной стенки, вернулась к электродам разрядника за время t_1 .

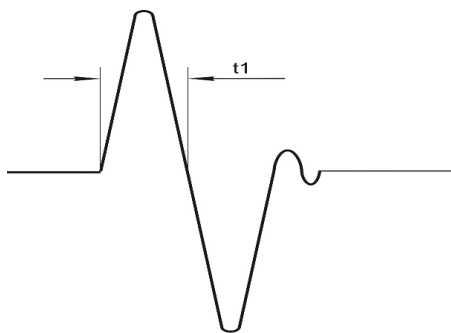


Рис. 3. Форма импульса электрического тока при дуговом электрическом разряде.

В этот момент направление электрического тока в дуге меняется на противоположное, что приводит к смещению ее в обратном направлении, а это, в свою очередь, вызывает дополнительное повышение давления в акустической волне.

Таким образом, применение МГД излучателя позволяет повысить эффективность преобразования электрической энергии в акустическую энергию и обеспечить излучение акустической волны в заданном направлении.

Литература

1. Рублев В.П., Короченцев В.И., Ольшанский В.М., Кирьянов А.В.- Электрогидравлический излучатель, Патент № 2 339 054 С1, G01V 1/157 (2006.01), опубл. 20.11.2008 г., бюл. № 32.

**Соловьёв В.А., Зарецкий А.В., Шаповалов С.М., Свиридов С.А.,
Метальников А.А.**

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,

117997, Москва, Нахимовский проспект д.36,

тел.: (095) 124-5979, e-mail: esimo@ocean.ru

Система информационной поддержки исследований Мирового океана в виде базы данных НИР (БД НИР) и автономного WEB-приложения для работы с ней предназначена для повышения эффективности использования данных и продукции, получаемой различными ведомствами-участниками ФЦП “Мировой океан”.

Главным информационным ресурсом БД НИР являются архивированные объектные модули в виде текстовых файлов в формате MS WORD. Учитывая комплексность предоставляемых отчетов о выполнении НИР по конкретной теме, каждая глава (или набор нескольких разделов) отчета имеет статус первичного модуля (документа). Каждый первичный модуль характеризуется уникальными атрибутами, что позволяет производить их целенаправленный поиск и извлечение с помощью запросов на языке SQL.

Система представляет собой программный комплекс, обеспечивающий:

- ввод в БД НИР информационных массивов по результатам выполнения программы «Мировой океан» и других источников;
- обеспечение поиска требуемой информации в соответствии с задаваемыми значениями атрибутов (по запросам SQL) и по контексту;
- предоставление массивов данных в виде архивных объектных модулей;
- предоставление аналитической информации в открытой форме отображения.

БД НИР обеспечивает следующие формы выдачи информации по доступным телекоммуникационным каналам через WEB интерфейс:

- а) документ в виде архивного файла:
 - отчет о выполнении НИР или его реферат;
 - научная публикация (монография или статья);
 - диссертация или автореферат диссертации;
 - каталоги коллекций образцов;
 - атласы и карты;
 - нормативная документация (методики, инструкции);
 - другая информация в виде мультимедийных файлов.
- б) обобщенные статистические данные и аналитические материалы о состоянии фундаментальных исследований в области изучения океана в рамках РАН в виде:
 - текстовых документов;
 - таблиц и сводных графиков (диаграмм);
 - презентаций;
 - видеороликов.

Кроме того, БД НИР может содержать информацию о технических средствах и методах исследования Мирового океана, которые могут быть использованы при проведении НИР в виде дополнительного ресурса – базы данных «Подводная техника», а также каталог экспедиций нис Института океанологии и других учреждений РАН.

База данных БД НИР является реляционной и состоит из каталога документов – объектных модулей, справочников атрибутов, перекодировочных таблиц, таблиц перехода к ***OceanDB*** и БД ПТ и собственно документов в ZIP архивах. Структура БД НИР представлена на рис. 1.

БД НИР увязана с Хранилищем исследовательских данных по океанологии, разрабатываемого и поддерживаемого с 2001 г. в Институте океанологии РАН, включающего как саму БД ***OceanDB***, так и инструментарий для работы с ней. Для описания результатов работы экспедиций и удобного их складирования в хранилище был разработан и предложен формат данных на языке ***XML***. Данный стандарт описания результатов экспедиций был назван ***OceanML***.

Рис 1. Структурная схема БД НИР

БД НИР

Справочники атрибутов

Тип документа	Темы исследований
Разделы науки	Подразделы науки
Научные направления	Научные дисциплины
Научные программы	Научные подпрограммы
Страны	Города
Министерства и ведомства	Организации
Авторы документа	Занимаемые должности
Ученые степени авторов	Ученых звания авторов
Степень участия в создании док.	
Районы исследований	Тип полученных результатов
Методы исследований	Способы исследований
УДК	ГРНТИ

Документы
(объектные
модули)



Каталог документов

Номер документа
Идентификатор документа
Код типа документа
Год издания
Код организации
Идентификатор руководит.
Идентификатор автора
Название документа
Код темы исследований
Код подраздела науки
Код раздела науки
Код научной дисциплины
Код направления науки
Код УДК составной
Код ГРНТИ составной
Код метода исследования
Код способа исследования
Код района/акватории 1
Код района/акватории 2
Код района/акватории 3
Код вида полученного р-та
Ссылка на текст реферата

Перекоди-
ровочные
таблицы

Таблицы перехода
к подключаемым
базам данных

Детализация
способов

Научное
оборудование

Подключаемые базы
данных

Ocean DB

***БД «Подводная
техника»***

БД НИР отвечает следующим требованиям:

- обеспечивает хранение информации в виде архивных файлов в форматах **.arj** или **.zip**;

- основными атрибутами БД являются:

- тип документа;
- научная программа, подпрограмма;
- тема исследований;
- раздел науки (научное направление, научная дисциплина);
- район исследований;
- морские экспедиции РАН и др. организаций;
- способы и методы исследований;
- используемое научное оборудование;
- страна, город, министерство и ведомство, организация;
- авторы документа (занимаемые должности, ученые степени и ученые звания);
- тип полученных результатов;
- соотношение с общепринятыми системами классификации научно-технической продукции (Государственный рубрикатор научно-технической информации, Универсальный десятичный классификатор).

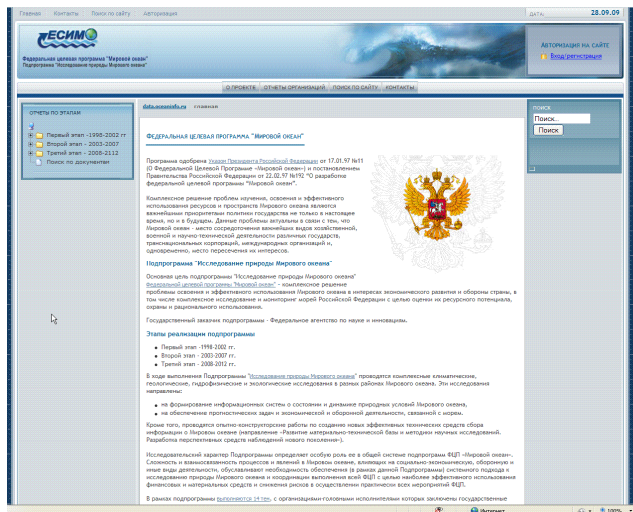


Рис. 2. WEB-интерфейс БД НИР.

Пользователями информационных ресурсов являются организации-исполнители экспедиций; центры и пользователи ЕСИМО; любые назначенные клиенты в любой точке, имеющей выход в телекоммуникационную сеть.

WEB-интерфейс БД НИР представлен на рис. 2.

База данных НИР реализована на основе промышленной СУБД **Oracle 10g**. Первичные модули объединяются в наборы архивированных файлов и размещаются в соответствующих директориях. Для работы с БД требуется текстовый процессор MS WORD версии не позднее 2000 г и архиватор ZIP. Доступ к файлам обеспечивается с помощью автономного WEB-приложения.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КАНАЛ ПОДВОДНОЙ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Рублев В.П., Ольшанский В.М.

Дальневосточный государственный технический университет,

690950, г.Владивосток, ГСП, ул.Пушкинская, 10

Тел. (4232) 45-09-85, LAVR46@mail.ru

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,

г. Москва, Ленинский проспект, 33

тел. (499) 135-97-45, E-mail: vmolsh@yandex.ru

Электромагнитный канал связи в морской среде может быть успешно использован в тех случаях, когда гидроакустический канал, например между аквалангистами, оказывается неустойчивым при волнении моря, в шуме прибоя, в турбулентных слоях потоков воды, при реверберации в мелком море, при наличии неровностей грунта (подводных скал) и т. д.

Применение электромагнитного канала при разработке систем речевой подводной связи позволяет решить ряд указанных проблем.

Если поместить в воду пару разнесенных на определенное базовое расстояние электродов и приложить к ним напряжение, то между ними потечет ток. В окружающем пространстве будет иметь место электрическое поле, наведенное токами растекания. Если теперь в это поле поместить другую (приемную) пару электродов, то на них будет наводиться разность потенциалов. Этот, хотя и известный, но редко применяемый эффект, можно использовать при осуществлении телеграфной и телефонной беспроводной подводной связи или управления подводными объектами, модулируя прикладываемое напряжение определенными частотами. Установившееся поле от короткого (по сравнению с длиной волны) электрического диполя длиной l и током в диполе I в безграничной однородной изотропной среде с удельной электропроводностью σ , диэлектрической проницаемостью ε , магнитной проницаемостью μ на произвольной частоте и произвольном расстоянии от источника описывается известными выражениями [1].

$$E_r = \frac{I \cdot l}{2\pi(\sigma + j\omega\varepsilon)} \cdot \frac{\cos\theta}{r^3} \cdot (1 + \gamma r) \cdot e^{-\gamma r}, \quad (1)$$

$$E_\theta = \frac{I \cdot l}{4\pi(\sigma + j\omega\varepsilon)} \cdot \frac{\sin\theta}{r^3} \cdot (1 + \gamma r + \gamma^2 r^2) \cdot e^{-\gamma r}, \quad (2)$$

$$H_\phi = \frac{I \cdot l}{4\pi} \cdot \frac{\sin\theta}{r^2} \cdot (1 + \gamma r) \cdot e^{-\gamma r}, \quad (3)$$

где константа распространения γ , равна:

$$\gamma = \sqrt{-\varepsilon\mu\omega^2 + j\omega\mu\sigma}, \quad (4)$$

где $\omega = 2\pi f$ - угловая частота; $j = \sqrt{-1}$ - мнимая единица.

На основании приведенных выражений разработана модель расчета параметров электромагнитного канала связи в морской среде

[1÷3], на базе которой специалистами ДВ филиала НПО промысловства и ДВГТУ при консультативном участии специалистов ИПЭЭ РАН спроектирована и изготовлена опытная партия подводных переговорных устройств для аквалангистов.

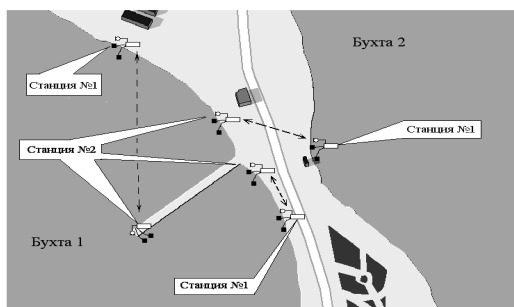


Рис.1. Схема проведения эксперимента

Преимущества речевой связи на токах проводимости перед акустической связью – лучшая разборчивость речи, отсутствие реверберации; сохранение связи при наличии между партнерами водорослей, подводных скал, аэрированных слоев воды. Система подводной радиотелефонной связи, предназначенная для симплексной связи между аквалангистами и обеспечивающим судном, в которой применен принцип модуляции электрического токового поля, состоит из двух полукомплектов. Подводная станция включает в себя электронный блок с питанием в боксе, микрофон, смонтированный в маске, и головные телефоны костной проводимости (ушная раковина открыта, свободна для продувания), а также электроды дипольной антенны, размещенные на голени и запястье аквалангиста. Надводная станция имеет длинную антенну (30 м, или более) в зависимости от желаемой дальности связи. Модуляция осуществляется в полосе звуковых частот 300÷3000 Гц. Дальность связи в режиме «аквалангист – аквалангист» достигла 80 м; на мелководье (глубины до 20 м) – более 100 м; между берегом (судном) и аквалангистами – более 150 м. Опытная эксплуатация переговорного устройства проводилась при исследовательских и судоремонтных работах, обслуживании выростных хозяйств марикультуры, а также в подводной археологической экспедиции на акваториях морей Тихого океана, в

Черном и Карском морях. На акватории острова Рейнеке с помощью линейной излучающей антенны (токоведущие провода с металлическими пластинами на концах) длиной около 300 м, эффективность которой была повышена за счет использования особенности местности, была обеспечена односторонняя речевая связь в радиусе 2 км (при базе приемного диполя 2 м). Мощность излучения берегового передатчика не превышала при этом 5 Вт [1]. На акватории Уссурийского залива (Японское море, бухта 1 и бухта 2 на рис.1) были проведены испытания системы звукоподводной связи на токах проводимости в морской среде. Схема проведения эксперимента приведена рис.1. Были использованы две надводные станции. В бухте 1 была установлена односторонняя речевая связь «берег – бетонный причальный пирс» на расстоянии более 300 м. При этом диполь антенны приемной станции №2 был расположен с тыльной стороны пирса (для гидроакустической связи подобные условия непреодолимы, так как бетонный пирс является преградой для акустических волн). Кроме того, установлена устойчивая двухсторонняя речевая связь между бухтой 1 и бухтой 2 через грунтовый перешеек на расстоянии между корреспондирующими точками около 100 м. В этом случае регистрировался суммарный сигнал по каналам "вода-грунт-вода" и "вода-воздух-вода".

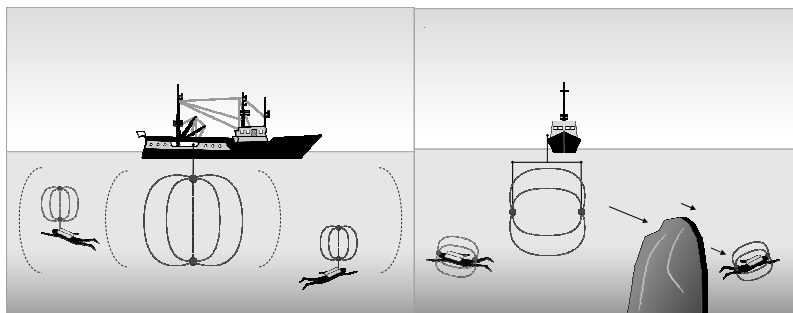


Рис. 2. Схема использования переговорного устройства

На рис.2 приведены варианты использования переговорного устройства для аквалангистов при работе в море. Следует отметить, что в докладе приведены данные о дальности связи при работе на звуковых частотах. При работе на более низких частотах (при прочих равных условиях) дальность связи увеличивается.

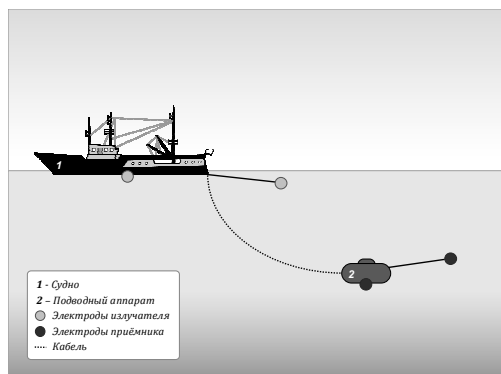


Рис. 3. Электромагнитный канал связи для управления ПА

Канал электромагнитной связи может быть успешно применен в качестве резервного канала управления подводными аппаратами (ПА). Например, при затекании или порыве кабеля буксируемых ПА для подачи команд на экстренное всплытие, а также при обслуживании ПА аквалангистами или для защиты от несанкционированного приближения к нему подводных пловцов. Схема управления ПА по электромагнитному каналу связи приведена на рис. 3.

Литература

1. Ольшанский В.М., Бионическое моделирование электросистем слабозлектрических рыб - М.: Наука, 1990. - 112 с.
2. Рублев В.П., Короченцев В.И. Приближенная модель расчета параметров электромагнитного канала телеметрии в морской среде. // Матер. докл. Междунар. научно-техн. конф. «Технические проблемы освоения Мирового океана» ». Владивосток: Дальнаука, 2005, С. 207-210.
3. Рублев В.П. Оптимизация речевой многоабонентной связи в мелком море // Сборник трудов XVIII сессии Российского акустического общества, в 3-х т. - М.: ГЕОС. 2006. Т. 2, С. 310-313.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

СОВМЕСТНО С НОСИТЕЛЕМ

Егоров С.А.

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

В работе выполнена разработка алгоритмов автоматического режима движения телеуправляемого подводного аппарата (ТПА) совместно с носителем. В данном режиме система управления (СУ) должна обеспечивать вывод ТПА в точку с заданными координатами относительно носителя и удерживать аппарат в данной точке при последующем движении системы “носитель-кабель-ТПА”. При формировании алгоритмов принято допущение о малости углов дифферента и крена ТПА. Рассмотрено движение аппарата в плоскости горизонта.

При организации движения ТПА в окрестность заданной точки используется следующий подход. Так как максимальная маршевая скорость ТПА обычно в несколько раз выше лаговой, то при больших рассогласованиях по координатам движение к заданной точке целесообразно производить в двух режимах: режим 1 (наведение) – до входа ТПА в зону с радиусом $R_{\min}$ вокруг заданной точки управление осуществляется курсом и маршевой скоростью ТПА, при этом контур лага СУ отключён; режим 2 (стабилизация) – после входа ТПА в зону $R_{\min}$ стабилизируется курс аппарата, имевший место на момент входа в зону, а отработка рассогласований по координатам осуществляется

маршевым и лаговым контурами. Для исключения автоколебательных переключений режимов СУ на границе зоны переключения, дополнительно вводится зона с радиусом $R_{\max} > R_{\min}$. При воздействии на ТПА возмущающих факторов (течение) и работе СУ в режиме 2, возможен снос аппарата от заданной точки. При сносе ТПА за пределы зоны $R_{\max}$ снова включается режим 1 до входа аппарата в зону $R_{\min}$.

В основу режима 1 положен классический метод наведения – метод прямого преследования (погони), в котором продольная ось ТПА в каждый момент времени направляется на заданную движущуюся точку в системе координат носителя. При формировании ошибки в контуре курса реализован алгоритм, обеспечивающий разворот ТПА на заданный курс по кратчайшему угловому расстоянию. Контур марша разомкнут, сигнал на маршевые движители максимален, а знак сигнала определяется косинусом от сигнала ошибки в контуре курса, что позволяет уменьшить радиус циркуляции ТПА. Лаговый движитель в режиме 1 не используется. В режиме 2 формируются позиционные ошибки в системе координат носителя, которые далее перепроектируются на контуры марша и лага ТПА.

В работе, в качестве исходной, получена полная математическая модель ТПА, которая далее декомпозируется на модели сепаратных каналов курса, марша, лага. Представлены результаты синтеза сепаратных контуров СУ, выполненного на основе метода стандартных характеристических полиномов и частотного метода. Разработан информационно-измерительный комплекс (ИИК) ТПА на основе комплексирования данных ГАНС с УКБ и акустического лага. Алгоритмы комплексирования построены на основе фильтров 2-го порядка, полностью компенсирующих медленноменяющуюся погрешность лага. На основе детерминированного подхода к описанию погрешностей измерителей, выполнен расчёт параметров

алгоритмов, приведены результаты моделирования работы ИИК на упрощённой модели ТПА.

В пакете прикладных программ Matlab/Simulink реализована полная модель СУ с ИИК ТПА и выполнены детальные исследования её работы при разных возмущающих факторах и неидеальностях – наличие течения, медленноменяющееся смещение нуля в модели лага, наличие запаздывания, дискретизации по времени, флюктуирующей погрешности в модели ГАНС. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- предложенный кинематический алгоритм реализации режима совместного движения ТПА с носителем обеспечивает стабилизацию аппарата в окрестности заданной точки в широком диапазоне скоростей совместного движения и скоростей течения;

- из-за ограничения силы тяги лагового движителя ТПА, при наличии достаточно сильного бокового течения имеет место периодическое переключение режимов наведения и стабилизации аппарата в окрестности заданной точки;

- предложенная реализация ИИК ТПА позволяет существенно снизить влияние неидеальностей и погрешностей измерителей ИИК на работу СУ ТПА. Реализация в ИИК условия инвариантности позволяет при синтезе контуров СУ описывать ИИК безинерционными звеньями.

АВТОНОМНЫЕ СТАНЦИИ ДЛЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ

Веденев 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: vedenev@ocean.ru

The paper presents an overview of the latest generation of autonomous bottom hydro acoustic stations designed by Institute of Oceanology of the Russian Academy of Science. Key features of the stations are onboard raw data processing, direct connection to the Internet via a satellite modem and high-precision time synchronization with GPS signals.

Для проведения гидроакустических исследований и акустического мониторинга промышленного шума на морском шельфе с глубинами до 100 м в ИО РАН разработаны Автономные Гидроакустические Станции (АГС), с возможностью беспроводной передачи данных в режиме, максимально приближенном к реальному времени. Станции оснащены высокопроизводительными компьютерами, модулями приёма сигналов GPS и средствами телеметрической передачи данных.

При работе станция параллельно выполняет непрерывную запись сигналов датчиков, обработку этих данных согласно заданным алгоритмам, периодическую отправку результатов обработки сигналов и отчетов о состоянии систем станции, а также может принимать команды оператора для изменения режима работы.

Для передачи данных может использоваться модуль спутниковой связи или радиомодем. Спутниковая связь обеспечивает

передачу данных непосредственно в Интернет, так что контроль и управление работой станций можно осуществлять практически из любой точки мира. Использование радиомодемов позволяет значительно удешевить передачу данных и получать результаты от станций с минимальными задержками.

Модуль GPS позволяет отслеживать географическое положение станции, и обеспечивает систему ежесекундным синхронизирующим импульсом. Это позволяет регистрировать сигналы сетью станций с очень высокой точностью.

Станция представляет собой конструкцию из трех блоков: два герметичных буйа, поверхностный и донный, а также блок с датчиками, выполненный в форме тетраэдра.

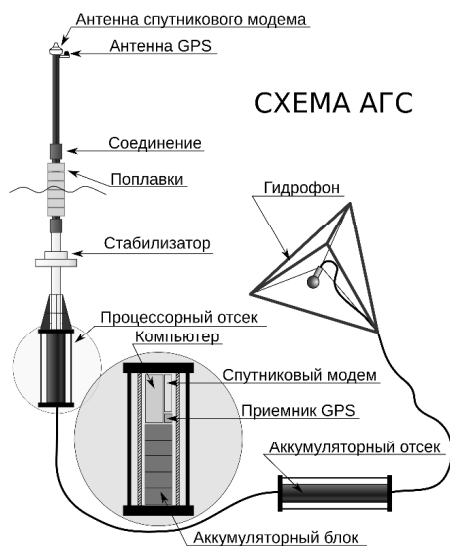


Рис. 1 Схема автономной гидроакустической станции

Поверхностный буй состоит из процессорного отсека, содержащего всё активное оборудование, и мачты, несущей антенны спутникового или радиомодема и модуля GPS. В донном блоке располагаются дополнительные аккумуляторы. Общий вес станции на

воздухе (без учёта кабеля и груза) составляет до 70кг, длина плавучего блока 4м, возвышение антенны над водой до 2м. Станция предназначена для установки на шельфе, допустимая глубина до 100 метров.

Запись сигналов, предварительная обработка и передача данных осуществляются промышленным компьютером «Poseidon» производства Diamond Systems. Этот компьютер обеспечивает отличную производительность при удовлетворительном энергопотреблении. Центральный процессор VIA Eden ULV работает на частоте 1,0 ГГц и при этом не требует принудительного охлаждения, объём оперативной памяти - 512 Мб, поддерживаются накопители данных HDD, SSD и различные накопители использующие технологию FLASH. Также, компьютер оснащён полным набором современных портов ввода-вывода.

Уникальной особенностью компьютера «Poseidon» является многоканальная система цифро-аналогового ввода-вывода сигналов с автоматической калибровкой. В распоряжении станции 32 канала для оцифровки аналоговых сигналов с частотой выборки до 250 кГц, 4 канала для генерирования аналоговых сигналов с частотой выборки до 100 кГц.

Разумеется, высокая производительность и универсальность многоканального ввода – вывода сигналов делают систему весьма энергоёмкой. В указанной конфигурации станция подходит только для краткосрочных исследований, поскольку её автономный период составляет около 4 суток. Для продолжительных исследований станция может быть оснащена менее производительным компьютером на базе процессора XScale, энергопотребление которого на порядок меньше. Этот компьютер позволяет записывать аналоговый сигнал с частотой дискретизации до 48кГц на FLASH накопитель, а также осуществлять предварительную обработку и передачу результатов. В обоих вариантах компьютеры работают под управлением OS Linux, что позволяет использовать разработанное ранее программное обеспечение с минимальными изменениями, а также даёт возможность достижения наилучшей производительности и высокой стабильности работы станции.

Для задач, требующих работы в режиме реального времени используется OS Linux с модификацией RTAI (Real Time Application

Interface). Эта модификация позволяет добиться минимального и стабильного времени реакции системы на поступление внешних сигналов. По результатам проведённых измерений средняя величина отклонения времени реакции системы (т. н. «дрожание») не превышала 5 микросекунд.

Передача результатов обработки сигналов осуществляется с помощью спутникового модема Qualcomm GSP-1620 либо с помощью радиомодема Dataradio Integra-TR.

Для определения текущего географического положения АГС используется 12-ти канальный модуль приема сигналов GPS Trimble Lassen iQ. Помимо данных о географических координатах, GPS приемник обеспечивает систему синхронизирующим ежесекундным импульсом, точность которого составляет ± 50 наносекунд.

Хранение и визуализация полученных результатов осуществляется на выделенном сервере, который может быть подключен к Интернет и находиться в любой точке мира. В случае использования радиомодемной связи со станциями в районах, где связь с Интернет отсутствует, роль сервера может исполнять любой компьютер или ноутбук под управлением OS Linux. Рабочее место оператора реализовано как WEB-интерфейс, поэтому в качестве терминала оператора можно использовать обычный компьютер с любой современной операционной системой.

В настоящее время представленные АГС успешно используются для экологического акустического мониторинга уровня шума при строительстве нефтяных платформ и трубопроводов на шельфе о. Сахалин.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА ПО ЗАДАННОЙ ТРАЕКТОРИИ

Егоров С.А.

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

В работе выполнена разработка алгоритмов автоматического режима движения телеуправляемого подводного аппарата (ТПА) по траектории, заданной относительно неподвижного репера. Траектория задаётся набором точек и организуется последовательное движение ТПА от точки к точке с выходом в конечную точку и удержанием аппарата в её окрестности. При построении алгоритмов приняты следующие допущения: углы дифферента, крена ТПА малы; рассматривается движение аппарата только в плоскости горизонта; носитель (корабль) неподвижен.

Движение ТПА по траектории, заданной набором точек от 1 до N, организуется следующим образом:

- режим 1 (наведение): до входа ТПА в зону с радиусом R_{min} вокруг заданной i -й точки траектории ($i=1,...,N$) управление осуществляется курсом и маршевой скоростью ТПА, при этом контур лага системы управления (СУ) отключён;

- при входе ТПА в зону R_{min} i -й точки траектории, когда $i < N$ происходит переключение управления – в контуры СУ поступают координаты следующей точки и ТПА продолжает движение в режиме 1;

- режим 2 (стабилизация): после входа ТПА в зону R_{min} N -й точки траектории стабилизируется курс аппарата, имевший место на момент входа в зону, а отработка рассогласований по координатам осуществляется маршевым и лаговым контурами.

Особенности реализации режимов 1 и 2 изложены в работе “Система управления телеуправляемого подводного аппарата совместно с носителем” в настоящем сборнике.

В работе, в качестве исходной, получена полная математическая модель ТПА, которая далее декомпозируется на модели сепаратных каналов курса, марша, лага. Представлены результаты синтеза сепаратных контуров СУ. Разработан информационно-измерительный комплекс (ИИК) ТПА на основе комплексирования данных ГАНС с УКБ и акустического лага. Алгоритмы комплексирования построены на основе фильтров 1-го порядка. Выполнен расчёт параметра алгоритмов – постоянной времени фильтров на основе минимизации суммарной погрешности измерения, приведены результаты моделирования работы ИИК на упрощённой модели ТПА. Показано, что на выходе ИИК имеет место погрешность от флюктуирующей составляющей в сигнале ГАНС и постоянная погрешность от медленноменяющегося смещения нуля лага. Для полной компенсации погрешности от смещения нуля лага на выходе ИИК необходимо увеличить степень фильтров в каналах ГАНС и лага.

В пакете прикладных программ Matlab/Simulink реализована полная модель СУ с ИИК ТПА. Исследовалась модельная задача организации выхода ТПА в конечную точку в обход опасной зоны, заданной в виде окружности в плоскости горизонта. Вокруг опасной зоны от начальной к конечной точке была проложена расчётная траектория, задаваемая 5-ю точками. Выполнены детальные исследования движения ТПА по траектории при разных возмущающих факторах и неидеальностях – наличие течения, смещение нуля в модели лага, наличие запаздывания, дискретизации по времени, флюктуирующей погрешности в модели ГАНС. По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

- при отсутствии течения реальные кривые движения ТПА между точками траектории близки к прямолинейным отрезкам, соединяющим эти точки. При наличии течения, из-за особенности алгоритма наведения режима 1 имеют место отклонения реальной траектории от расчётной между точками траектории, что может привести к заходу ТПА внутрь опасной зоны. Во избежание этого, расчётную траекторию следует задавать на некотором удалении от опасной зоны, гарантирующем безопасное движение ТПА при течении различной силы и направления;

- из-за ограничения силы тяги лагового движителя, в конечной точке траектории СУ стремится установить ТПА против течения, что автоматически достигается переключением режимов 1 и 2. Такая особенность кинематических алгоритмов позволяет максимально использовать силу тяги маршевых движителей для удержания ТПА в окрестности конечной точки траектории при достаточно сильном течении;

- флюктуирующая погрешность в канале ГАНС, частично отфильтрованная в ИИК, проходит на выход СУ. Однако амплитуда колебаний на выходе СУ значительно меньше, чем в сигнале ГАНС и они не оказывают существенного влияния на работоспособность и точность системы.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА ПРИ ПОИСКЕ ЦЕЛИ

Егоров С.А., Куценко А.С., Гуридова О.В.

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

В работе выполнена разработка алгоритмов автоматического режима движения автономного подводного аппарата (АПА) при поиске донной цели. Решается задача поиска цели и стабилизации АПА в её окрестности при исходных погрешностях задания координат цели и начальных координат АПА. При построении алгоритмов приняты следующие допущения: углы дифферента, крена АПА малы; рассматривается движение аппарата только в плоскости горизонта.

Основным средством поиска цели является установленный на АПА внизмотрящий многолучевой эхолот (МЛЭ). В качестве навигационной системы, определяющей декартовы координаты АПА относительно Земли в местной географической системе координат, используется система счисления пути (ССП), построенная на базе бесплатформенной инерциальной навигационной системы и доплеровского гидроакустического лага (ДГЛ).

Предложена следующая схема организации управляемого движения АПА. По заданным начальным координатам АПА, координатам цели и погрешностям их задания, погрешностям счисления координат АПА, формируется зона поиска цели, гарантированно охватывающая любое возможное положение цели с учётом указанных погрешностей. На зону поиска наносится сетка поисковых прямоугольных галсов. Расстояние между соседними галсами рассчитывается исходя из условия гарантированного перекрытия всей зоны поиска, с учётом дистанции от АПА до дна, гарантирующей работу ДГЛ в режиме абсолютного лага и определяющей ширину зоны обзора МЛЭ. Расчётная траектория движения АПА задаётся набором опорных точек, в которых галсы меняют направление. До выхода на поисковые галсы АПА движется вдоль линии, соединяющей начальное положение аппарата и цели. Если при выходе в расчётную точку нахождения цели она не была найдена, что может быть обусловлено указанными выше погрешностями, то АПА движется до границы зоны поиска и выходит на поисковые галсы до нахождения цели. При нахождении цели система управления (СУ) удерживает АПА в окрестности цели.

Для реализации рассмотренной схемы движения АПА разработаны кинематические алгоритмы, в основу которых положены комбинации следующих режимов движения АПА:

- алгоритм 1: “режим наведения – режим стабилизации в точке”;
- алгоритм 2: “режим стабилизации на траектории – режим наведения – режим стабилизации в точке”.

Особенности работы алгоритма 1 изложены в работе “Система управления телеуправляемого подводного аппарата совместно с носителем” в настоящем сборнике (режимы 1 и 2). В режиме наведения осуществляется движение АПА от точки к точке траектории, в режиме стабилизации в точке осуществляется удержание АПА в окрестности цели.

В алгоритме 2, при движении от точки к точке траектории реализована стабилизация АПА в окрестности прямолинейных участков траектории, соединяющих опорные точки. Управление боковым отклонением от траектории реализуется путём управления углом курса АПА. При нахождении цели включается режим наведения на цель и, в последующем, режим стабилизации в окрестности цели. Последние два режима полностью аналогичны режимам алгоритма 1.

Кинематические алгоритмы формируют задающие сигналы на локальные контуры СУ – контуры курса, марша и лага.

В пакете прикладных программ Matlab/Simulink реализована полная модель АПА, модели СУ с алгоритмами 1 и 2, модель ССП. Выполнены детальные исследования работы алгоритмов при поиске цели, при заданных погрешностях в координатах цели, исходных координатах АПА, погрешностях ССП, при наличии течения разной силы и направления. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- при отсутствии течения алгоритмы 1 и 2 реализуют движение АПА вблизи расчётной траектории. При наличии течения использование алгоритма 1 приводит к значительным отклонениям АПА от прямолинейных участков между опорными точками траектории, что обусловлено особенностями работы метода наведения. При этом имеют место области поиска, не захватываемые МЛЭ. Для уменьшения боковых отклонений от траектории необходимо вводить большое количество промежуточных точек траектории (между опорными точками).

Алгоритм 2 при наличии течения обеспечивает удержание АПА в малой окрестности траектории поиска, при этом боковое отклонение от траектории не превышает 0,3м..1м (зависит от используемого в контуре регулятора). Причём, алгоритм 2 обеспечивает не только гарантированный захват всей зоны поиска диграммой МЛЭ, но и уменьшает общее время поиска цели;

- при использовании как алгоритма 1, так и алгоритма 2, из-за ограничения силы тяги лагового движителя, при включении режима стабилизации в окрестности цели СУ стремится установить АПА против течения, что автоматически достигается переключением режимов наведения и стабилизации. Такая особенность кинематических алгоритмов позволяет максимально использовать силу тяги маршевых движителей для удержания АПА в окрестности цели при достаточно сильном течении.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ ТЕЧЕНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ БУЁВ И СТАНЦИЙ

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 .

In the report it is informed on a design of low pressure head combined turbine. It works under the influence of the sea currents, the

energy intended for supply as capacity to 100 watts long-term underwater buoys and ground stations.

В докладе сообщается о конструкции низконапорной комбинированной турбины, работающей под воздействием морских течений, предназначенной для снабжения энергией мощностью до 100 Вт долговременных притопленных буёв и донных станций. Долговременные донные станции и сканирующие буи нуждаются в подзарядке в подзарядке аккумуляторов, обеспечивающих работу измерительных модулей и каналов связи. Процесс замены истощённых энергоёмкостей требует извлечения станции или буя с прерыванием их работы и затрат судового времени, что учитывая его дороговизну весьма накладно. Поэтому важно обеспечить непрерывную автономную работу океанологического оборудования за счёт энергии окружающей среды – энергии течения. В действительности такая возможность, при наличии канала связи, имеется. В разных странах, особенно в последнее десятилетие, при росте дороговизны углеводородных энергоносителей уделяется внимание возобновляемым видам энергии особенно энергии ветра и водных течений, что вызвало к жизни индустриальную разработку и изготовление микро - воздушных и водных энергомодулей, например [1]. В докладе приведены сведения о решении сходных задач при использовании энергии ветра и водных течений в хозяйственных целях и снабжении электричеством парусных судов в плавании. Эти устройства, выполненные в промышленном исполнении, имеют электронные блоки стабилизации и регулирования. Эти разработки могут быть использованы в океанологических целях для утилизации энергии морских течений частично, т.к. рассчитаны в основном на большие скорости течений.

Из гидрологии океанов и морей известно о наличии стационарных и сезонных океанических поверхностных течений, как Гольфстрим, Куроисио и др. и глубинных, как течение Кромвеля или Ломоносова, скорость которых достигает до 56-70 миль/сут. В Чёрном море известны два циркуляционных течения: восточное и западное. В них скорость достигает 0,5 м/с. Потенциальная удельная мощность такого течения можно оценить как:

$$N = k \times \rho$$

k – коэффициент на преобразователе,

ρ – плотность в потоке,

V – скорость потока.

Так для вихрей в Чёрном море эта величина будет примерно от 18 до 35 Вт/м² в зависимости от аэродинамического качества преобразователя.

В работе рассмотрены и сравниваются лопастно-винтовые и ортогональные роторные – преобразователи: ротор Савониуса, Бениша и Дарнье, а так же оригинальный ротор с эффектом Магнуса. Сравнение выполнено с точки зрения момента трения покоя (начала движения) и удельных потерь на преобразователе. Показано, что наибольший интерес по надёжности – величине момента «трогания» имеет ротор Бениша. Ротор с эффектом Магнуса и ротор Дарнье требуют пускового движения. Наибольший эффект следует ожидать от комбинации преобразователей, позволяющих получить наибольший момент для начала движения при сохранении быстроходности. Количественные данные в зависимости от конкретной конструкции определяются экспериментально.

Литература.

1. Ampair water powered generators, <http://www.ampair.com>. 2008г.

**ИСПЫТАНИЯ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЭРЛИФТНОГО ГРУНТОЗАБОРА ДЛЯ
ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОИСКОВЫХ РАБОТ.**

**Дробаденко В.П., Малухин Н.Г., Тимошенко С.В., Луконина О.А.,
Вильмис А.Л.**

Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (РГГРУ). 117997, Москва, ул. Миклухо-
Маклая, д.23. тел. 433-55-77; e-mail: office@msgpa.edu.ru

Complex geologic-commercial evaluation of marine deposits is based on the large-capacity sampling with further technological investigation. This report is devoted to the results of new airlifting suction technology tests, which was held for the diamond content sand-gravel deposits of Namibian shelf.

Как известно, для наиболее эффективного изучения подводных залежей минерального сырья необходимо соблюдать определенную последовательность геологоразведочных работ, осуществлять рациональное комплексирование методов и технических средств разведки и своевременно проводить поэтапную геолого-экономическую оценку результатов исследований. При этом для отбора проб с целью определения их вещественного состава, а также технологических свойств, основными методами исследований являются контактные.

В Российском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе разработан новый способ эрлифтного грунтозабора, подтвержденный патентом РФ № 2249654, который прежде всего позволяет отбирать полупромышленные

(крупнотоннажные) пробы для технологического изучения руд (рис.1, 2) подводных отложений.

Результаты этих исследований являются одним из основных критериев комплексной геологопромышленной оценки подводных месторождений.

Опытно-промышленный образец эрлифтного грунтозаборного устройства, был изготовлен, смонтирован, отлажен и испытан в 2004 году на борту судна «Shakawe Miner» при грунтозаборе алмазосодержащих гравийно-галечно-песчаных отложений на шельфе Намибии.

Испытания проведены на акватории в близи г. Людерец (Намибия), выбор конкретных участков размером 250х200м проводился по следующим критериям: глубина залегания, характер геологического строения и наличие фактических данных опробования рыхлых донных отложений, мощности и содержания алмазов. Было выбрано 6 участков на разных глубинах: 45-50м; 65-70м; 90-95 м, при мощностях отложений от 1,5 до 5м (по 3 участка на каждой из двух лицензий).

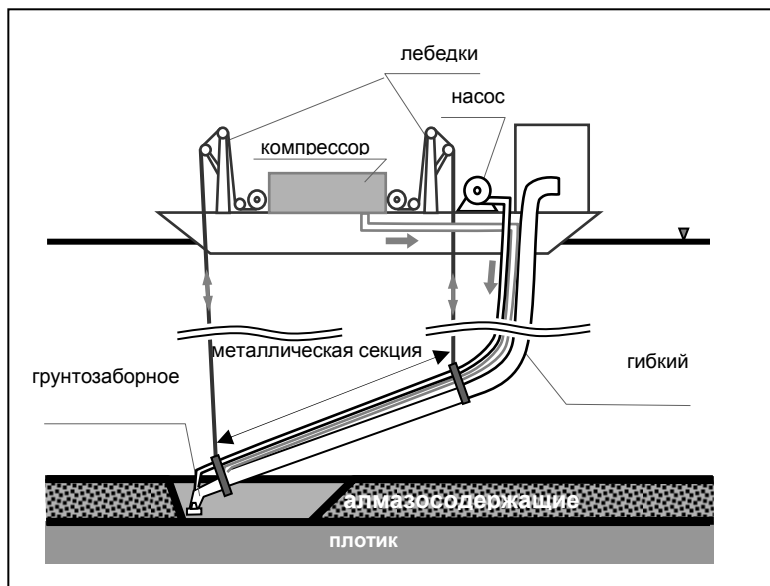


Рис. 1 Технология эрлифтного грунтозабора алмазосодержащих галечно-гравийно-песчаных отложений.



Рис. 2 *Грунтозаборное устройство конструкции «Namko».*

Характер геологических разрезов рыхлых отложений, глубина их залегания, содержание алмазов и параметры отобранных проб фиксировались геологическими колонками, построенными по данным шарошечного бурения.

Корабль был снабжен двумя эрлифтными установками с диаметром пульпоподъемного трубопровода 500 мм, которые расположены на разных его бортах. Одна из них оснащена «традиционным» грунтозаборным устройством, применяющимся на судне несколько лет. Другая установка – опытным грунтозаборным устройством нового типа с маятниковым фартуком и предварительным гидровзвешиванием добываемых рыхлых пород.

Грунтозаборное устройство жестко связано с металлической эрлифтной трубой, длиной 24 м и общим весом около 22 тонн. Далее гидросмесь поступает на судно по резиновым толстостенным (около 600 мм) шлангам внутренним диаметром 500 мм.

Металлическая эрлифтная труба подвешена на двух тросах бортовых кранах – манипуляторах. Передний трос – носовой закреплен у грунтозаборного устройства, задний – кормовой – у фланца соединен с резиновой подъемной трубой. Расстояние между кранами – манипуляторами составляет около 20 м. (рис.1).

В рабочем положении эрлифтная металлическая секция расположена к плоскости донных алмазосодержащих отложений под углом, который изменяется в пределах $20 \div 70^\circ$. Непосредственно технология грунтозабора и всасывания оценивается оператором по количеству горной массы, поступающей на грохот первичного обогащения.

Манипулирование натяжением носового и кормового тросов производится оператором в зависимости от конструкции грунтозаборного устройства, а также состава донных отложений т.е. может быть выбрана различная схема и скорость перемещения грунтозаборного устройства.

Расход воздуха при эрлифтном подъеме с глубины 96 м составляет $57 \text{ м}^3/\text{мин}$, при этом расчетная энергоемкость процесса подъема составляет 347 кВт.

Новое всасывающее грунтозаборное устройство конструктивно представляет собой раструб шириной по забою 2 м, имеет 8 окон размером $180 \times 220 \text{ мм}$, общей площадью в 1,47 раз превышающей поперечное сечение 500 мм подъемного трубопровода эрлифта. Однако, принципиальные отличия заключаются в том, что его конструкция снабжена контактирующей с забоем качающейся рамой, предотвращающей доступ излишней воды в эрлифт и имеющей в нижней части ряд полуцилиндрических всасывающих каналов, равномерно распределенных по всему периметру рамы.

Кроме того, на внешней поверхности рамы установлены зубья для механического рыхления, которые смещены в горизонтальной плоскости друг относительно друга.

Для гидрорыхления крупнозернистого материала имеются 4 напорные насадки с напором 0,6 МПа

Конструктивные особенности нового грунтозаборного устройства определяют его основные преимущества:

1. Исключается пригружающее действие толщи воды.
2. Создаются благоприятные условия для гидровзвешивания и всасывания предварительно механически разрыхленных пород за счет гидродинамического воздействия напорных струй, истекающих из насадок со скоростью 33 м/с.
3. Скорости всасывания в плоскости грунтозабора составляют около 2,7 м/с, что позволяет перемещать и всасывать достаточно крупный материал, предотвращающий в значительной степени закупорку устройства.
4. Грунтозаборное устройство эксплуатируется в режиме всасывания «из-под слоя грунта», поэтому всасываемый поток прежде чем попасть в окна должен фильтроваться в турбулентном режиме критических скоростей через поровый объем горной массы, псевдооживая ее.

Результаты приведенных испытаний, основанных на различных экспертных оценках производительности эрлифта с новым грунтозаборным устройством показали увеличение часовой производительности по твердому в среднем в 2,9 раза; продолжительность (стабильность подачи) высокой часовой производительности по горной массе составляет ~ 67% против 12% у существующей конструкции.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ НА МЕЖДУНАРОДНОМ УЧЕНИИ ПО СПАСЕНИЮ ЭКИПАЖЕЙ ПЛ, «БОЛД МОНАРХ – 2008»

Подкопаев Д.М., Зубченко А.Г., Колмаков И.А., Власенко А.А.

40 ГосНИИ МО РФ, 198412, С-Пб, г.Ломоносов, Морская 4,
т.422-42-64, ф.422-76-75, E-mail: 40gnii@gmail.com

В международном учении «БОЛД МОНАРХ – 2008» по оказанию помощи аварийной подводной лодке, лежащей на грунте, общей сложности принимали участие следующие системы на базе спасательных подводных аппаратов:

- спасательная система ВМФ РФ на базе СГА АС-34, включающая РТПА «Веном»;
- NSRS – совместная спасательная система НАТО ВМС Великобритании, Норвегии и Франции, включающая РТПА «Улисс» ВМС Франции;
- SRDRS – спасательная система ВМС США.

Основная фаза учения проходила в период с 26 мая по 03 июня и завершалась массовым спасением подводников с помощью спасательных систем ВМФ РФ, NSRS, SRDRS из всех участвующих в учении подводных лодок.

1. Спасательная система ВМФ РФ

От Северного флота в учении принимали участие:

- спасательное судно «Георгий Титов» со спасательным подводным аппаратом пр.1855 АС-34 и РТПА «Веном» на борту (рис. 1);

На данном учении впервые для иностранных наблюдателей были продемонстрированы возможности спасательной системы подводных лодок ВМФ РФ. В соответствии с планом проведения учения «БОЛД МОНАРХ-2008» все поставленные перед ВМФ задачи были выполнены в полном объеме.

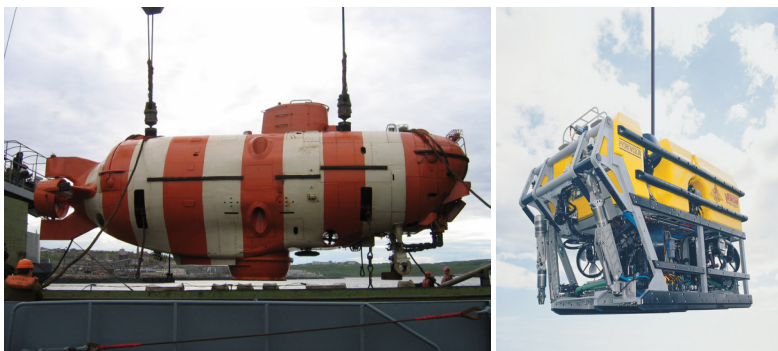


Рис.1. СГА АС-34, РТПА «Веном»

2. Система спасания подводных лодок НАТО NSRS

На учении «БОЛД МОНАРХ – 2008» впервые была представлена международная спасательная система NSRS стран НАТО. Данная система была создана тремя странами – Великобританией, Норвегией и Францией.



Рис. 2. Спасательная система NSRS

NSRS представляет собой полностью законченный авто-авиатранспортабельный комплекс, позволяющий производить спасание экипажей аварийных подводных лодок с глубин до 610 м и из отсеков с избыточным давлением до 5 кгс/см². В состав системы входят следующие составляющие элементы (рис. 2):

- спасательный подводный аппарат «Немо»;
- спуско-подъемное устройство;
- модульный декомпрессионный комплекс.

Отличительной особенностью NSRS является наличие оптоволоконного кабеля, который обеспечивает передачу видео, гидроакустической информации и данных о состоянии систем и устройств аппарата, находящегося под водой.

В ходе проведения учения СПА системы NSRS осуществил стыковки со всеми подводными лодками, участвовавшими в учении, на глубинах от 70 до 140 м. Кроме того, успешно были проведены отработки элементов оказания помощи аварийному СПА с помощью РТПА «Улисс» и имитация проведения декомпрессии спасаемых подводников, выведенных из отсека аварийной ПЛ с избыточным давлением, в декомпрессионном комплексе системы NSRS.

3. Система спасания подводных лодок ВМС США SRDRS

Спасательная система ВМС США SRDRS на данных учениях также была представлена впервые. В настоящее время она представляет собой мобильный авто-авиатранспортабельный комплекс, состоящий из (рис.3):

- телеуправляемого обитаемого СПА;

- спуско-подъемного устройства;
- двух дизель-генераторов в контейнерном исполнении;
- контейнера управления телеуправляемым СПА.



Рис.3. Спасательная система ВМС США SRDRS

К 2010 году планируется достройка декомпрессионного мобильного комплекса, входящего в состав системы SRDRS.

Положительным при использовании телеуправляемых подводных аппаратов, несомненно, является неограниченный запас электроэнергии, позволяющий проводить непрерывное спасание.

За 50 часов, которые система SRDRS отработала на учении было выполнено 13 спусков и 13 стыковок со всеми ПЛ. Общее количество условно спасённых подводников составило 200 человек.

4. ТНПА ВМС Франции «Улисс»

Для обеспечения работ спасательных систем ВМС НАТО на учении было задействовано судно «Аргонавт» с ТНПА «Улисс-1000».

ТНПА «Улисс-1000» предназначен для выполнения допоиска, выполнения ПТР, в том числе, по обеспечению работы водолазов и глубоководных аппаратов.

ТНПА «Улисс-1000» обследовал корпус ПЛ «Долфин», осмотрел NSRS находящийся на комингс-площадке. Время выполнения работ составило 55 минут.

ИСПЫТАНИЯ МОРСКОГО ДОННОГО АВТОНОМНОГО РЕГИСТРАТОРА СЕЙСМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОИСКА ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ И ГАЗОГИДРАТОВ. .

**Башилов И.П., Белов С.В., Зубко Ю.Н., Леденев В.В., Лукьянов Д.В.,
Макаров К.Е., Парамонов А.А., Червинчук С.Ю.**

ОКБ ОТ РАН, ИФЗ им. О.Ю.Шмидта РАН, г. Москва ,2009 г.

В работе приводится описание и результаты испытаний в натурных условиях прототипа Морского Автономного Регистратора Сейсмических Сигналов – МАРСС, предназначенного для проведения микросейсмических исследований на морском дне, особенно в области транзитных зон с глубинами до 300 метров, предназначенного для поиска залежей углеводородов и в перспективе газогидратов.

В связи с большой важностью работ по поиску залежей углеводородов на морском шельфе и транзитных зонах морей и океанов, а в перспективе газогидратов на больших глубинах, с помощью изучения микросейсмического волнового поля (сокр. МСВП), и практически полным отсутствием надежной высокочувствительной аппаратуры, позволяющей проводить такие исследования, ОКБ ОТ РАН в начале 2006 года приступило к разработке и изготовлению опытного образца донной сеймостанции (ДС) для проведения работ по исследованию МСВП на глубинах до 300м и в перспективе до 6000 м.



Рис.1. Региональная карта Азовского и Черного морей с указанием районов проведения работ донной станцией МАРСС по измерению параметров МСВП в береговой и шельфовой зонах

К сентябрю 2006 г. первый экспериментальный образец донной сейсмостанции - ДС МАРСС (Морской Автономный Регистратор Сейсмических Сигналов) был изготовлен и прошел натурные испытания по измерению параметров МСВП на глубинах до 100 м.

Работы проводились на акватории Черного моря в Голубой Бухте в районе Геленджика и Азовского моря в районе станицы Голубицкая (см. Рис. 1) в период с 06.10.2006. по 30.11.2006 г.

Ниже приводятся технические характеристики станции МАРСС и приведены результаты испытаний на Черном море.

Результаты эксперимента по исследованию МСВП вдоль профиля на Азовском море, в районе предполагаемой залежи УВ у станицы Голубицкая, будут обсуждаться в следующей статье.

Технические характеристики станции МАРСС.



Рис. 2. Общий вид МАРСС

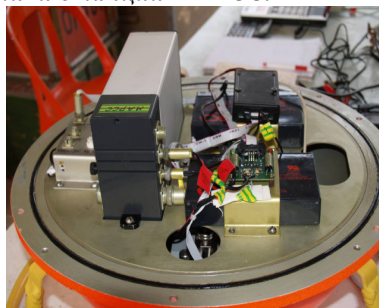


Рис.3. Общий вид МАРСС со снятой крышкой.

Донная станция (ДС) МАРСС конструктивно состоит из собственно автономного регистратора сейс-мических сигналов, бортового интерфейсного блока, необходимого для связи с портативным компьютером и подключения антенны GPS, собственно антенны GPS и зарядного устройства (ЗУ). В комплект также входили: двухлучевой эхолот HUMMENBIRD Matrix17 и GPS приемник GARMIN GPSMAP-276C и портативный компьютер (см. Рис. 2).

Система МАРСС оснащена высокочувствительным сейсмическим датчиком «СМ-ЗКВ 1, расположенным на карданном подвесе в нижней полусфере станции, что позволяет сохранять вертикальное расположение датчика внутри станции при наклонах морского дна до 25°.

Прочный корпус МАРСС изготовлен из высокопрочного алюминиевого сплава и представляет собой две полусферы, соединяемые болтами.

Корпус МАРСС укреплен на подставке - каркасе, сваренном из алюминиевых труб.

Электронные блоки, входящие в состав автономного регистратора и модуль смонтированы на основании, выполненном из алюминиевого сплава. В верхней части крышки установлен герметизированный разъем для подключения выносного интерфейсного блока и зарядного устройства.

Таблица 2

Технические характеристики МАРСС.

Вес МАРСС	42 кг
Положительная плавучесть	10 кг
Допустимое отклонение о вертикали	25°
Напряжение питания	6 вольт
Время ожидания старта записи	до 30 суток
Время регистрации (125 Гц, 256 Мб, 1 канал)	до 3 суток
Диапазон регистрируемых частот сейсмоприёмника (Гц):	0,5 – 40
Коэффициент усиления	1,2,4,8,16,32,64,128
Количество каналов записи	1 (опция 4)
Тип входа	дифференциальный
Период дискретизации, мс	2,4,8,16
Динамический диапазон, Дб	120
Объем встроенной энергонезависимой памяти, Мб	256 Мб (опция до 4 Гб)

Коэффициент нелинейных искажений не более		0,01%
Уровень шумов сейсмического канала, приведённого ко входу, мкВ, не более		0,1
Точность привязки таймера к всемирному времени по GPS		50 нс
Нестабильность опорного генератора регистратора не более		10^{-9}
Аккумуляторные батареи:		
	сейсмоприёмника	2 по 6 вольт 7,2 А/ч
	регистратора	2 по 6 вольт 7,2 А/ч
Диаметр прочного корпуса		450 мм
Глубина погружения		до 300 м (опция до 6 км)
Автоматическое всплытие по команде		Нет (опция есть)

Для герметизации полусфер на основании в канавке находится резиновое уплотнительное кольцо. Общий вид МАРСС со снятой крышкой показан на Рис.3. Технические характеристики МАРСС приведены в таблице 2

На шасси расположены следующие электронные устройства:

- * блок регистрации,

- * аккумуляторные батареи.
- * кардан подвеса сейсмодатчика

Оборудование и методика установки ДС МАРСС на дно.

Перед каждой постановкой станции (обычно в конце рабочего дня) производилось снятие верхней крышки с целью проверки на возможное наличие влаги. Затем осуществлялся контроль батарей питания и зарядка их при необходимости. За 2-3 часа до постановки, производилась привязка станции к всемирному времени, координатам и программирование станции на время старта и длину записи.

Постановки ДС на дно в Голубой Бухте производились у берега с причала вручную и с судна «Ашамба» НПО «Южморгеология» с помощью лебедки и П-рамы. На Азовском море использовались рыбацкий баркас и моторная лодка (типа «Казанка»).

Предварительно, с помощью эхолота определялся уклон морского дна, глубина, в месте предполагаемой установки ДС МАРСС на дно. Затем определялись координаты места установки.

Для определения координат мест установки донной станции использовался спутниковый приемник GPS Garmin-276C. Гарантированная точность определения географических координат была не хуже 5 м.

Выход НИС в заранее намеченную точку выполнялся с использованием спутникового навигационного приемника GPS. ДС опускалась на дно на составном капроновом буйрепе длиной порядка 400 м; на расстояниях 100 м от конца буйрепа, где был закреплен МАРСС, прикреплялся балластный груз; вся система укладывалась на дно, а к свободному концу буйрепа крепился сигнальный буй и опускался в воду.

По возможности осуществлялся визуальный контроль установки ДС МАРСС.

Постановка станции с балластным грузом на буйрепе была необходима для максимальной защиты ДС от рывков сигнального буйа, которые могут передаваться на прибор особенного в штормовую погоду.

Подъем ДС (см. Рис.4) осуществлялся в обратном порядке: поднимался сигнальный буй, выбирался основной буйреп, балластный груз, и, затем, донная станция.

Постановка ДС в нормальную погоду, как правило, занимала не более 30 минут, без учета времени подхода, подъем ДС выполнялись в течение не более 45 минут.

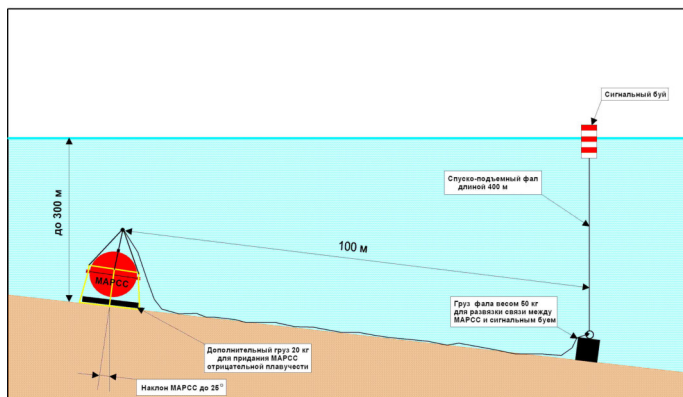


Рис. 4 Схема расположения МАРСС на морском дне

Испытания МАРСС в Голубой Бухте.

Первая серия испытаний ДС МАРСС была выполнена на Черном море в Голубой Бухте на базе Института океанологии РАН.

Основной целью испытаний являлась проверка работоспособности МАРСС в условиях установки ее на суше и на морском дне, а также в условиях различной зашумленности.

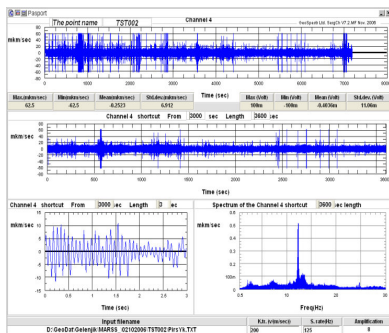


Рис. 5

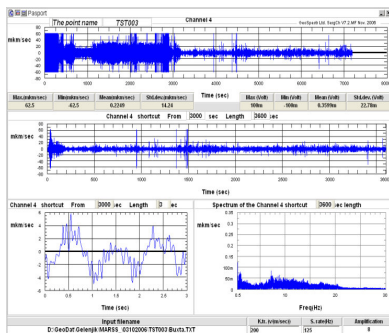


Рис. 6

Было выполнено 4 постановки ДС МАРСС. Первая подводная запись в точке TST002 рядом с причалом в Голубой Бухте была осуществлена в дневное время. Глубина в точке ~ 7 м. Средний уровень фона 6.9 мкм/сек (см. Рис.5). На море был штиль, поэтому гармоник прибойной волны не наблюдается. Гармоника ~ 12.5 Гц связана с работой дизеля судна стоявшего у причала. Наблюдается также большое число помех, связанное с движением судов и машин у причала.

Запись в точке TST003 в 50м от причала в Голубой Бухте была осуществлена также в дневное время. Глубина в точке ~ 7 м. Средний уровень фона 14.2 мкм/сек (см. Рис.6). На море было волнение 1-2 балла, поэтому наблюдаются гармоники прибойной волны. В начале записи наблюдается также значительный уровень шума, связанный с подходом и отходом пассажирского теплохода к причалу. Поэтому в спектральную обработку была взята только вторая половина записи.

Выводы

Проведенные работы показали, что ДС МАРСС соответствует характеристикам, заявленным в технической спецификации. Практически все записи были выполнены без сбоев и с высоким качеством.

Испытания подтверждают, что ДС МАРСС является удобным и надежным инструментом для проведения работ на морском шельфе по изучению микросейсмического волнового поля, что может быть использовано для изучения структуры разреза осадочного чехла морского дна и поиска в нем залежей углеводородов и газогидратов.

ГЛУБОКОВОДНЫЕ ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ ЗАТОНУВШИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ СПУСКОВ В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ

Черкашин С.В.*, Быков А.В.**

* Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН,
Россия, Москва 117997, Нахимовский проспект, 36
+7 (985) 924-1602 e-mail: charley@charley.ru

** Центр “Black Sea Wreck Club”
Севастополь, ул. Катерная, яхт-клуб «Моби Дик»
+7 (903) 130-1182 e-mail: bykovav@rambler.ru

Актуальность развития техники и методики глубоководных работ обусловлена практически полным отсутствием в стране технической базы, кадрового состава и современных методик проведения глубоководных (более 60 метров) водолазных работ.

На сегодняшний день во всем мире для выполнения работ на больших глубинах, как правило, используются водолазные спуски методами КП и ДП. Оба метода предполагают наличие специализированного водолазного судна со сложной системой позиционирования, мощными агрегатами жизнеобеспечения, многочисленным обслуживающим персоналом. Работа водолазов осуществляется из колокола, а в случае ДП – с использованием бортового гипербарического комплекса. Затраты на эксплуатацию таких систем зачастую не оправдывают поставленных целей, в частности, выполнения наиболее часто возникающих задач по обследованию и идентификации затонувших объектов. В этом плане весьма перспективным и экономически оправданным для решения



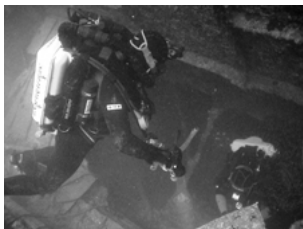
определенного круга задач под водой является метод глубоководных водолазных погружений в **автономном** режиме.

Погружения в автономном снаряжении способны решить многие задачи как научного, так и прикладного характера, в том числе и специальные, предполагающие определенную «конфиденциальность» проведения операций. И этот метод уже находит широкое применение во многих развитых государствах Запада. Отрадно наблюдать, что и в нашей стране ситуация в данном направлении начинает сдвигаться с мертвой точки.



Разумеется, специфика проведения автономных глубоководных спусков накладывает существенные ограничения, прежде всего, на время нахождения на грунте (от нескольких до десятков минут). Это обусловлено необходимостью последующей длительной декомпрессии в толще воды. Тем не менее, метод вполне уверенно находит свою нишу в практике подводных работ. К его преимуществам можно отнести следующие:

- Высокая мобильность и автономность
- Возможность работы с любого неспециализированного плавсредства, вплоть до надувных лодок, а также из подводных носителей
- Крайне низкий расход газов, в том числе дорогостоящего гелия
- Отсутствие необходимости в сложных системах жизнеобеспечения и



многочисленном обслуживающем персонале

Сравнительно невысокая стоимость работ, как правило, на несколько порядков ниже аналогичных, проводимых традиционными методами КП и ДП

Диапазон максимальных рабочих глубин при погружении в автономном снаряжении на сегодняшний день можно определить 100 - 120 метрами, отдельные кратковременные спуски до 140 метров вполне реальны, однако из-за крайне незначительного времени пребывания на грунте их практическая эффективность будет ограничена.

Ниже приведен далеко не полный перечень наиболее показательных работ, выполненных только на больших глубинах (более 60 м), только в последних сезонах (2007-09 гг.) и только в одном регионе – в районе Севастополя.

Погружения осуществлялись в основном в автономных смесевых рециркуляционных дыхательных аппаратах (ребризерах), являющихся на сегодняшний день наиболее эффективным типом водолазного снаряжения для работ такого рода. Применявшиеся

модели ребризеров (см. рисунки ниже): Inspiration, Megalodon, Sentinel соответственно.



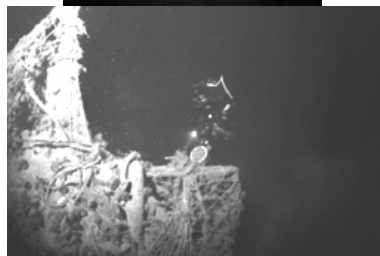
«Нарвал». Русская подводная лодка, затопленная английскими интервентами в 1919 г. Глубина в месте залегания – 78 м. Проведены работы по расчистке элементов корпуса, обмер конструкций. Выполнена фото и видеосъемка.



«Кашалот» (предположительно). Подводная лодка времен I мировой войны. Глубина по грунту – 64 м. Проведены обмеры и расчистка элементов корпуса. Выполнено проникновение во внутренние помещения лодки. Осуществлен демонтаж и поднятие на поверхность фрагментов конструкции для дальнейшей идентификации. Фото и видеорегистрация.



«Маккавей». Транспорт, погибший в 1914 г. Глубина залегания – 108 м. Выполнена полная идентификация судна. Обследованы внутренние помещения, подняты элементы груза. Проведена видеосъемка и фотографирование объекта.



“Agnes Blaikie”. Английский парусный барк, затонувший во время Крымской войны в 1855 г. Глубина – 84 м. Проведены расчистка и обмер элементов корпуса, обследование внутренних помещений судна. Полная идентификация объекта по надписи на судовом колоколе. Получен большой объем фото и видеоматериалов.



«Игнатий Прохоров». Транспорт, затонувший в 1918 г. Глубина по грунту – 90 м. Расчистка корпуса в кормовой части позволила полностью идентифицировать объект. Проведено обследование внутренних отсеков, подняты судовые документы. Выполнено фотографирование.

“UB-7”. Германская подводная лодка, потопленная в 1915 г. Глубина – 65 м. Проведена полная идентификация объекта по отличительным конструктивным особенностям, фото и видеорегистрация.

«Хадж Измаил». Сухогруз, затонувший во время шторма в 2007 г. Глубина – 80 м. Проведен осмотр и обследование судна по заказу транспортной прокуратуры. Проведено фотографирование элементов корпуса.

«Скат». Русская подводная лодка, затопленная в 1919 г. Глубина по грунту – 68 м. Проведен тщательный обмер корпуса. Зачистка борта в носовой части открыла название, что позволило однозначно идентифицировать объект. Выполнен большой объем по фото и видеорегистрации.

В августе начались работы по обследованию транспортного судна на траверзе Ялты, обнаруженного на глубине 112 метров. Проведены первые водолазные спуски, осуществлен внешний осмотр объекта. Работы продолжаются.

Глубоководные спуски в автономном режиме показали свою высокую эффективность, особенно на фоне полного отсутствия у нас возможности проведения работ на этих глубинах традиционными методами КП и ДП. Новая методика, основанная на самых последних мировых технологических достижениях, уверенно занимает свое место в сфере водолазного направления, что нашло отражение в «Концепции развития водолазного дела в Российской Федерации до 2020 года».



ОБИТАЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ

ПРЕДЕЛЬНЫХ ГЛУБИН

(ОПА-11022)

Львович Ю. А., Шестаченко Ф.А.

ООО Научно-техническая фирма «Специальное оборудование судов и
глубоководная техника»

Почт.адрес: 196066, Санкт-Петербург, а/я 120
тел./факс: 4563772 E-mail: ntf-osg@mail.ru

Введение.

Принятая Мировой наукой концепция «Тектоники литосферных плит» побуждает детально исследовать зоны раздвижения океанской зоны (спрединг) и зоны поддвига литосферных плит (субдукция). Понимание процессов динамики движения литосферных плит Земли имеет важнейшее фундаментальное значение для настоящего и будущего Земли и ее народонаселения. Оно позволит эффективно вести поиск уникальных запасов полезных ископаемых, осуществлять надежный прогноз землетрясений и возникновения цунами, проникнуть и осмыслить особенности выхода колоссальной кумулятивной гравитационной энергии через разломы литосферы, предупреждая тем самым разрушительные катастрофы на суше и в океане.

Процесс спрединга и рифтовые зоны океана на глубинах до 6000 м исследуются достаточно успешно уже длительное время, однако эти исследования имеют нерегулярный характер и не позволяют обеспечить мониторинг океана. В то же время зоны субдукции на глубинах океана свыше 6000 м остаются недоступными для детального изучения. Это не позволяет получить сведения о явлениях и процессах, происходящих в глубоководных желобах и

местах непосредственного контакта пододвигающихся литосферных плит, находящиеся на глубине свыше 8000 м. Вместе с тем изучение океана в этих зонах имеет большое научное и практическое значение. Изучение этих проблем требует приступить к организации и обеспечению постоянного научного мониторинга Мирового Океана и создание банка данных.

Выбор типа ОПА и конструкции.

Проект ОПА 11022 представляет собой аппарат подвесного типа и имеет для решения поставленных задач ряд преимуществ по сравнению с автономным ОПА, в том числе:

- имеет значительно меньшие габариты и вес и, поэтому не требует для обеспечения строительства специального судна-носителя;
- не требует мощных маршевых двигателей, подруливающих устройств, уравнильных и балластных систем.

В тоже время в предлагаемом проекте ОПА 11022, патент на изобретение № 2203833, в значительной степени устранены недостатки ОПА подвесного типа в классическом исполнении и появились новые возможности, благодаря следующим конструктивным решениям:

- на трос спуска-подъема ОПА установлены 2 поплавка на различном уровне, что позволяет стабилизировать положение ОПА в районе исследований;

- установленные погружные маневровые электродвигатели с винтами в насадке позволяют осуществить маневрирование в большой зоне и поворот в положении на месте вокруг вертикальной оси;

- предусмотрена возможность поворота обитаемого корпуса ОПА вокруг горизонтальной оси, что позволяет обеспечить обзор и теленаблюдение в большом секторе по вертикальной плоскости;

- предлагаемая конструкция позволяет установить на ОПА-11022 научную аппаратуру большого веса и объема, в том числе – отделяемую донную научную станцию с длительным циклом эксплуатации;

- спуско-подъемное устройство ОПА размещено в транспортном контейнере, который устанавливается на палубе, что позволяет использовать в качестве судна-носителя любое судно, оборудованное системой динамического позиционирования и имеющее на палубе необходимое место для установки контейнера.

Назначение, задачи и основные технические характеристики.

ОПА 11022 (ОПА) в комплексе с судном-носителем, оборудованным спуско-подъемным устройством и системой динамического позиционирования, предназначен для научно-исследовательских работ на глубинах океана, включая предельную, как при погружении ОПА с использованием установленных на ОПА: аппаратуры, оборудования и необитаемого подводного аппарата, так и с помощью стационарных донных научных станций длительной эксплуатации, которые он может устанавливать и снимать для профилактических работ.

Обитаемый прочный корпус (ОК) из высокопрочного титанового сплава предназначен для размещения 2-х акванавтов, пультов управления, а также систем жизнеобеспечения и аварийного оборудования. ОК находится внутри защитного ограждения и на цапфах крепится к грузовой раме, на которой установлены крепления подъемного устройства. Для стабилизации положения ОПА в составе спускоподъемного устройства предусмотрены 2 поплавка: один на глубине до 5500 м, глубина второго варьируется и может достигать 10500 м. ОПА подвешивается ко второму поплавку на тросе длиной 500 м.

Для обеспечения маневрирования по горизонту и поворота вокруг вертикальной оси на ОПА установлены 2 погружных маневровых электродвигателя с винтами в насадке, которые позволяют обеспечить маневрирование в зоне осмотра диаметром 40 м.

Для обеспечения наблюдения в секторе по вертикальной плоскости ОК вращается на цапфах вокруг силовой рамы, обеспечивая наблюдение через иллюминатор и с помощью установленной аппаратуры теленаблюдения в секторе от угла 70° к дну до угла 25° к зениту. Вращение ОК обеспечивается погружным электродвигателем с механизмом поворота, установленными на силовой раме. В нейтральном положении двигатель поворота может использоваться как 3-й маневровый двигатель.

Для наблюдения и работы телеаппаратуры на ОК смонтированы светильники. Для проведения исследований на грунте в нижней части грузовой рамы установлены: бур, манипулятор, необитаемый подводный аппарат. Отделяемая научная станция (ОНС) крепится к нижней части грузовой рамы, на которой установлены механизмы отдачи ОНС.

Для питания маневровых электродвигателей, электродвигателя механизма поворота, светильников, аппаратуры глубоководной связи, навигационной аппаратуры и пультов управления на грузовой раме установлены основная и вспомогательная аккумуляторные батареи, а внутри ОК – аварийная аккумуляторная батарея.

Исследования водной среды проводятся с помощью научной аппаратуры и оборудования, установленных на грузовой раме, на которой могут быть также смонтированы всплывающие зонды.

Для подвеса ОПА используется трос из нитей спектро-фибера высокой прочности, который при небольшом диаметре 12-14 мм выдерживает заданную нагрузку с требуемым запасом прочности.

Для обеспечения маневрирования и всплытия ОПА в аварийной ситуации, при обрыве или зацепе каната, в верхней части защитного ограждения установлен блок плавучести с легковесным наполнителем (сферопластиком). В нижней части кожуха установлен бункер балласта с Ni дробью. Объем сферопластика смонтированного в блоке плавучести позволяет при отстреле верхней части грузовой рамы и в ее нижней части с аккумуляторными батареями, буровым станком, манипулятором и ОНС, обеспечить необходимую подъемную силу для всплытия ОПА.

Для торможения ОПА при всплытии и предотвращения выброса из воды в верхней части кожуха установлены 3 уравнивательный цистерны и баллон воздуха высокого давления с системами, на которых установлены электромагнитные клапаны, управляемые дистанционно с пульта управления ОК.

Звукоподводная связь обеспечивает постоянную связь экипажа ОПА с судном обеспечения.

Основные технические характеристики ОПА 11022:

- Габаритные размеры:
 - длина – 2350 мм;
 - ширина – 2050 мм;
 - высота – 4560 мм;
- Полный вес снаряженного аппарата на воздухе – 11,5 т;
- Рабочая глубина погружения – предельная глубина Мирового океана;
- Исследуемый участок дна при нахождении судна-носителя в режиме динамического позиционирования – 40 метров;
- Скорость перемещения – до 2-х узлов;

Размер исследуемого участка и скорость перемещения будут уточнены при дальнейшем проектировании и продувке модели в аэродинамической трубе;

- угол разворота вокруг вертикальной оси при нахождении ОПА в одной точке – 360°;
- сектор визуального и телевизионного обзора в вертикальной плоскости – 45°;
- скорость спуска- подъема ОПА – до 70 м/мин;
- продолжительность погружения – 15 часов,
в том числе: спуска – 6 часов,
работы на грунте – 4 часа,
подъема – 5 часов;
- жизнеобеспечение – 72 часа;
- экипаж: 2 человека – капитан-пилот ОПА и акванавт-исследователь.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ROV

Северов С.П.¹⁾, Розман Б.Я.²⁾, Шерстов Е.А.²⁾

¹⁾Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана 107005 Москва, 2-я Бауманская ул. д.5.

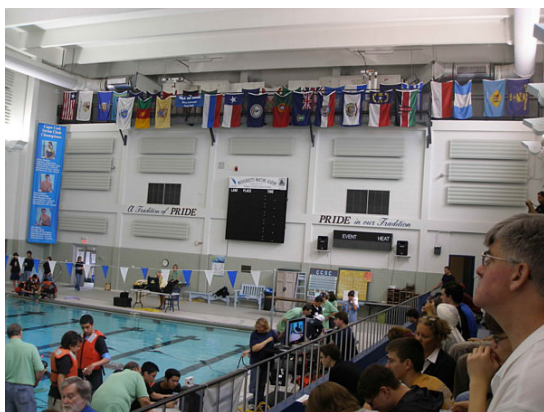
www.bmstu.ru; aqua@sm.sm.bmstu

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

117997, Москва, Нахимовский пр. 36, тел. (495) 129-20-45, e-mail

brozman@ocean.ru

Профессорско-преподавательскому составу кафедр подводно-технических специальностей университетов и специалистам в области инженерной океанологии, по-видимому, известны в общих чертах командные соревнования чемпионата по подводной робототехнике, которые проводятся ежегодно с 2003 года под эгидой MATEC, т.е. Marine Advanced Technology Education Center – образовательного центра перспективных морских технологий. Соревнования MATE International ROV Competition заслуживают пристального внимания.



Пока в соревнованиях от России принимают участие только студенты ДВГУ и ДВГТУ при поддержке ИПМТ ДВО РАН.

Российская команда, состоящая из студентов ДВГУ и ДВГТУ, заняла 4 место на студенческом чемпионате мира в классе телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов. В единственную российскую команду входили Денис Михайлов и Денис Родькин из ДВГТУ и Федор Дубовин из ДВГУ.

Соревнования ROV проходили в конце июня 2009 г. в бассейне Массачусетской морской академии, расположенной вблизи Бостона, США. В чемпионате принимали участие 28 команд, которые представляли ведущие в данной области знаний университеты и колледжи из США, Канады, Великобритании, России и Китая.

Состязания состояли из двух этапов. На первом каждая команда представляла свой аппарат и отвечала на вопросы комиссии, состоящей из ведущих экспертов в области разработки и использования подводной робототехники. Затем участники с помощью подводных аппаратов и макетов донных объектов «спасали» терпящие бедствие подводные лодки.

Требовалось: 1) обойти макет лодки и найти повреждения, 2) открыть люк и загрузить через него аккумуляторы, 3) заполнить воздухом резервуар и 4) «посадить» аппарат на стыковочный модуль.

На выполнение миссии каждой команде отводилось 15 минут. По итогам соревнований команда Владивостока набрала 406 очков из 500 возможных. Участник команды Денис Родькин, по мнению судейской коллегии, был одним из лучших пилотов подводного аппарата на соревнованиях.

Команда из Владивостока уже второй раз принимает участие в чемпионате. Дебют состоялся в 2008 году в Сан-Диего (США), где студенты заняли 8-е место.



Команда работала на соревнованиях с малым, но достаточно функциональным аппаратом «JUNIOR» собственной конструкции.



Анализ 62 проектных решений предыдущих лет показывает, что среди них обнаруживаются весьма оригинальные и перспективные решения.

МАИ, МГРИ, МГТУ, МФТИ и др. университеты, имеющие кафедры и лаборатории подводной робототехники, при поддержке ИО РАН, ОКБ ОТ РАН, НИИСМ МГТУ, министерств и ведомств в состоянии выставить свои команды на MATE International ROV Competition.

Литература

10. Remotely Operated Vehicles of the World, 7th Edition. Pages: 800. ISBN: 1-902157-75-3. Publisher: OPL. Year Published: 2006/2007
11. А.Ю. Бочаров Современные тенденции в развитии миниатюрных подводных аппаратов и роботов за рубежом. Подводные исследования и робототехника. 2006, №2
12. www.marinetech.org/

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

АНПА и ТНПА

Северов С.П.¹⁾, Розман Б.Я.²⁾, Елкин А.В.²⁾, Шерстов Е.А.²⁾

¹⁾Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана 107005 Москва, 2-я Бауманская ул. д.5.

www.bmstu.ru; aqua@sm.sm.bmstu

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

117997, Москва, Нахимовский пр. 36, тел. (495) 129-20-45, e-mail

brozman@ocean.ru

Во множестве частично или успешно реализованных проектов НПА - необитаемых подводных аппаратов, число которых вышло за 6000, определенные сегменты занимают АНПА – автономные необитаемые подводные аппараты и ТНПА – телеуправляемые необитаемые подводные аппараты, числом более 600 [1,3,5].

Среди последних привлекает внимание HAUV – Hovering Autonomous Underwater Vehicle– зависающий полуавтономный подводный аппарат или HAUV. Его общий вид и структурные компоненты можно видеть на рисунке. Аппарат представляется как большая технологическая инновация, стартовавшая из академии, получившая инвестиции от военных и оказавшейся пригодной в частном и общественном секторе применения [6,7].

Разработчиком явилась компания Bluefin Robotics которая зародилась в академических кругах в 1997 году. Ядром проектной команды компании явилась Sea Grant Autonomous Underwater Vehicles Laboratory при Massachusetts Institute [6].

HAUV или Hovering Autonomous Underwater Vehicle находится в развитии и проектной эволюции семь лет.

Данный аппарат из класса малых аппаратов рассматривается как законченный продукт для глобального научно исследовательского, коммерческого и военного рынков. Наиболее существенные усовершенствования введены за последние три года, что можно видеть, сравнивая [6] и [7].

В настоящее время в эксплуатации находятся аппараты второго поколения Bluefin HAUUV2. Они используются как полуавтономные инструменты инспекции судовых корпусов.

Партнерами в проекте создания Bluefin HAUUV2 являются:

- MIT (базовая навигация и управление)
- Florida Atlantic University (высокоскоростные акустические коммуникации)
- University of Michigan (видео-навигация),
- Seebyte (автоматизированное распознавание объектов в реальном времени),
- Acoustic View (регистрация и мозаицирование изображений)
- Sound Metrics Corp. (DIDSON Sonar)
- ScienceGL (3D рендеринг).

К настоящему времени построено 4 аппарата для Office of Naval Research and the Explosive Ordnance Disposal Hull Unmanned Localization System (EOD HULS). Выполнено 8 демонстраций в Австралии, США и Италии. Есть готовность запустить серийное производство. ВМС США полностью поддерживают эту программу проектов EOD HULS с использованием HAUV.

HAUV является аппаратом типа ROV, функционально адекватным аппарату типа UUV. По своему устройству он является полуавтономным, необитаемым подводным аппаратом, для работы с которым достаточно двух операторов. HAUV принадлежит к классу малых НПА. Его вес – 78 кг. Габаритные размеры: 42х 40 х 25 см,

Аппарат состоит из следующих компонентов:

- шести бескорпусных двунаправленных бесщеточных двигателей постоянного тока
- основного блока электроники, содержащего ядро бортового комплекса электроники
- погружные, воспринимающие забортное давление, перезаряжаемые литиевые полимерные батареи 1.5 кВтч
- независимо управляемая платформа полезной нагрузки с установленными на ней сонарами DVL и DIDSON - Dual Frequency Identification Sonar
- сонар 1200 кГц RD Instruments DVL
- измерительный сонар DIDSON для отображения объекта
- легкие элементы плавучести
- балластирующий груз.

Обмен данными между аппаратом и оператором осуществляется по оптоволоконной линии, в целях немедленного вмешательства в управление и для обратной визуальной связи. Вместе с тем аппарат способен управляться без какой-либо механической и физической связи с оператором от запуска вплоть до возвращения в исходную или заданную точку.

Необходимость создания системы достаточно точной навигации и управления относительно корпуса объекта, при заведомо неполной информации о корпусе и среде явилась самым большим вызовом в проекте HAUV [6,7].

В данном частном проекте проявились достаточно явно основные направления развития, актуальные для ТНПА[1] и АНПА[5]. Перечислим их: Датчики. Информационные технологии. Источники энергии. Материаловедение. Микроэлектроника. Навигация подводных роботов. Оптические и гидроакустические средства технического зрения. Средства связи. Теория управления движением. Военная и специальная робототехника.

Литература

1. [Remotely Operated Vehicles of the World, 7th Edition. Pages: 800. ISBN: 1-902157-75-3. Publisher: OPL. Year Published: 2006](#)
2. Автономные необитаемые подводные аппараты/Под общей ред. акад. М.Д. Агеева. Владивосток: Дальнаука, 2000–227 с.
3. А.Ю. Бочаров Современные тенденции в развитии миниатюрных подводных аппаратов и роботов за рубежом. Подводные исследования и робототехника. №2 2006. С.36-52
4. The US Navy Unmanned Undersea Vehicle Master Plan, Department Navy, 2004. P. 80.
5. Л.А. Наумов. Состояние и развитие подводной робототехники в России. ИПМТ ДВО РАН.2009. – 43 с.
6. Greg Trauthwein. HAUV Makes its MarkMarine. Technology Reporter May 2009, p.30
7. Ship Hull Inspection with the HAUV: US Navy and NATO Demonstrations Results. J. Vaganay, M. Elkins, D. Esposito, W. O'Halloran (1) F. Hover, M. Kokko (2) Bluefin Robotics Corporation (1) Massachusetts Institute of Technology (2) Cambridge, MA – USA.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ

Северов С.П.¹⁾, Елкин А.В.²⁾

¹⁾Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана 107005 Москва, 2-я Бауманская ул. д.5.

www.bmstu.ru; aqua@sm.sm.bmstu

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

117997, Москва, Нахимовский пр. 36, тел. (495) 129-20-45, e-mail

brozman@ocean.ru

В настоящее время в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии переданы тексты трех рамочных стандартов в области управления проектами любого прикладного содержания:

- «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом»
- «Проектный менеджмент. Требования к управлению программой»
- «Проектный менеджмент. Требования к управлению портфелем проектов»

Цель создания стандартов – введение общепринятых требований в области управления проектами, программами и портфелями проектов, и, как следствие, повышение эффективности проектного менеджмента в России.

Разрабатываемые документы определяют основные требования к организации и процессам управления проектом, программой, портфелем проектов и могут применяться в различных

организациях для любых типов проектов, включая проекты и программы, реализуемые государственными органами, в том числе реализуемые в соответствии с перспективной ФЦП «Гидронавтика», рассчитанной на период до 2021 года.

Введение национальных стандартов обеспечит компаниям и организациям, занятым в государственных и коммерческих организациях в проектах подводной океанотехники и инженерной океанологии:

- единое понимание правил и принципов проектного управления, целей и содержания реализуемых проектов;
- нормативное закрепление схемы распределения управленческих полномочий и зон ответственности основных участников проектной деятельности на различных этапах жизненного цикла проектов;
- определение единых подходов, способов исполнения и управления проектами, которые позволят обеспечить взаимопонимание и продуктивное взаимодействие всех участников проектной деятельности;
- создание методической основы для обучения персонала, участвующего в проектной деятельности.

Разработка указанных стандартов началась в 2008 году по инициативе Автономной некоммерческой организации «Центр стандартизации управления проектами», созданного лидерами рынка услуг проектного управления – ГК «Проектная ПРАКТИКА» и компанией PM Expert.

В создании национальных стандартов приняли участие специалисты ведущих компаний, работающих в области управления различными проектами, программами и портфелями проектов, представители международных профессиональных ассоциаций менеджеров проектов. Каждая из трех сформированных рабочих групп, включивших экспертов и практиков проектного менеджмента, отвечала за разработку одного из трех указанных стандартов.

Принятие национальных стандартов [3,4,5] управления проектами, портфелями и программами проектов, согласующихся с международными стандартами [2] существенно повысит качество государственной проектной деятельности и проектного бизнеса

России на мировом рынке, в том числе связанного с проектами АНПА и ROV [1].

Литература

1. Remotely Operated Vehicles of the World, 7th Edition. ISBN: 1-902157-75-3. Publisher: OPL. Year Published: 2006. Pages: 800.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)—Fourth Edition. PMI Global Standards. Year Published: 2008. Pages: 496.
3. Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом. ГОСТ Р. Национальный стандарт Российской Федерации (на стадии принятия). 2009 - 13 с.
4. Проектный менеджмент. Требования к управлению программой. ГОСТ Р. Национальный стандарт Российской Федерации (на стадии принятия). 2009 -12 с..
5. Проектный менеджмент. Требования к управлению портфелем. ГОСТ Р. Национальный стандарт Российской Федерации (на стадии принятия). 2009 - 10 с.

«СЕВЕРЯНКА» — ПОТАЕННОЕ СУДНО НАУКИ

(К 50-летию события)

Ажажа В.Г.

Институт бизнеса и политики,

Россия, 109004, Москва, ул. А. Солженицына, 13,

(495) 912-90-19

В одном из направлений изучения океана наша страна имеет бесспорный приоритет. В разгар холодной войны и гонки вооружений Советский Союз совершил непонятную для многих акцию. 20 апреля 1957 г. Постановлением Совета Министров СССР новая подводная лодка 613-го проекта была передана для переоборудования Всесоюзному научно-исследовательскому институту морского рыбного хозяйства и океанографии, и наша страна явила достойный пример разоружения при наличии на то доброй воли. У истоков события стоял автор этой статьи, который разработал техническое задание на переоборудование и возглавил экспедиционные рейсы уникальной субмарины.

Our country has a definite achievement in one particular branch of ocean studies. In the midst of the Cold War and rush of armaments, the Soviet Union committed, for many, an incomprehensible act. On April 20, 1957, upon the Decree by the USSR's Soviet of Ministers, a new Project 613 submarine was transferred to the All-Union Scientific Research Institute of Sea Fishery and Oceanography, for reconstruction and reequipment. Our country showed a dignified example of disarmament and good will. The author of this article was at the source of the event. He created and developed the technical task of reequipment, and later lead expeditions of this unique submarine.

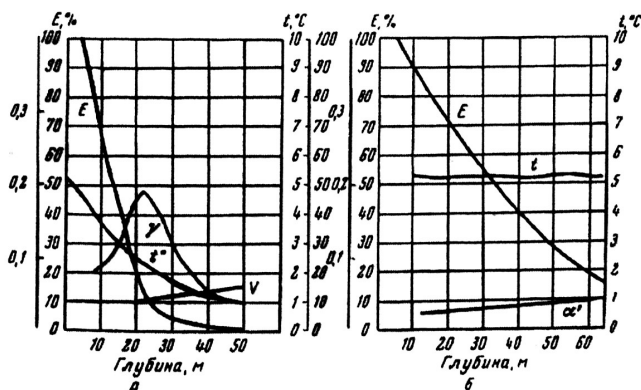
В первой экспедиции (1958 г., побережье Мурмана) были опробованы все механизмы и научная аппаратура НИПЛ (научно-исследовательская подводная лодка) после переоборудования. Определялась концентрация макропланктона по глубинам в разное

время суток. При посадках на грунт измеряли скорость придонных течений в Мотовском заливе, определяли характер грунта и его несоответствие с обозначением на карте. Эхолот, работающий вверх, использовался для определения и фиксации характеристик поверхностного волнения. Измерялись физико-химические, оптические характеристики и радиоактивность воды. Опробовалось устройство для взятия проб грунта, отработывалась методика наблюдений в иллюминатор и использования систем подводного освещения, а также несения непрерывной научной вахты и взаимодействия научной группы с экипажем.

Вторая экспедиция (декабрь 1958 г. — январь 1959 г., Северная Атлантика) главной целью ставила визуальные наблюдения за зимними концентрациями атлантического-скандинавской сельди к северу и северо-востоку от Фарерских островов в районе ее промысла дрейфтерными сетями и разноглубинным тралом.

Во время штормовой погоды на поверхности «Северянка», уйдя на глубину, предоставила исследователям идеальные условия для проведения визуальных и гидроакустических наблюдений. Была установлена чрезвычайная пассивность зимующей сельди в ночное время, сменяющаяся отрицательной реакцией на свет при наступлении сумерек. В сумерки совершалась суточная вертикальная миграция сельди. Впервые были получены качественные показатели, характеризующие степень подвижности и пассивности сельди. Одновременные наблюдения через иллюминаторы и с помощью эхолотов позволили подойти к решению проблемы количественной оценки скопления рыбы с помощью гидроакустических приборов. С помощью шумопеленгатора были записаны звуки, издаваемые скоплением сельди, и установлена возможность поиска сельди методом шумопеленгования. Данные рейса показали, что промысловые концентрации рассредоточенной сельди в наблюдавшихся условиях попадают в дрейфтерные сети только в период повышения ее активности в связи с вечерней и утренней вертикальной миграциями. Полученные результаты позволили сделать ряд выводов и выдвинуть гипотезы. Выявлен зоогеографический

феномен пассивной (по течению) миграции зимующей сельди от Фарерских островов к Норвегии, оцененный Н.Н. Зубовым как океанографическое открытие.

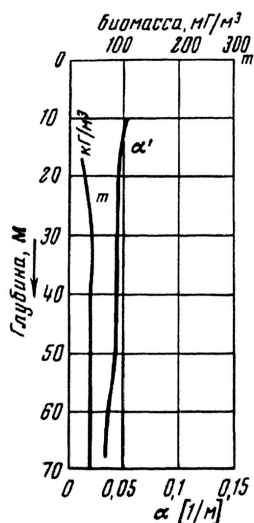


Кривые температуры воды (t°), хода подводной освещенности с глубиной (E в %), коэффициента вертикального ослабления света (α') и вертикальной дальности видимости (V): А — летом; В — зимой

Третья экспедиция (апрель 1959 г., Баренцево море) позволила надежно отработать методику наблюдения из подводной лодки за движущимся разноглубинным тралом и провести киносъемку трала. Методика эта проста, доступна, ее содержание и схемы приведены в нескольких работах. Наблюдения за тралом продолжались несколько дней, в шестом рейсе они были повторены О.А. Соколовым по этой же методике и опять с применением киносъемки. Поэтому не прав М.П. Аронов, утверждая, что наблюдения за тралом явились случайной удачей, делая поспешный вывод о непригодности больших НИПЛ для этой цели. Представляется, что незначительные по сравнению с первыми рейсами результаты, полученные коллективом М.П. Аронова в последних экспедициях «Северянки», следует объяснять не возможностями этой подводной лодки, богатый потенциал которой был раскрыт еще не до конца, а недостаточным

умением использовать эти возможности.

Вкратце методика наблюдения за тралом заключалась в следующем. После спуска трала «Северянка», следуя под перископом, должна была пристроиться в кильватер траулера, идущему постоянным курсом и скоростью. Затем лодка погружалась на несколько метров ниже глубины хода нижней подборы и, приведя с помощью шумопеленгатора шум винтов траулера на нулевой курсовой угол, догоняла трал, пока он не был замечен в верхнем иллюминаторе. После этого лодка удерживалась под тралом, уравнивая свою скорость со скоростью траулера. При необходимости «Северянка» маневрировала, подходя к траловым доскам, устью, кутку. Результаты наблюдений говорят о хороших маневренных качествах «Северянки». Поскольку траулер и лодка подвергались непрерывному воздействию различных по направлению и величине переменных сил (на поверхности — ветер, поверхностное ветровое и приливо-отливное течение, на глубине — течение), система «траулер—трал—подлодка» не могла быть приведена в динамическое равновесие. Наблюдающему в верхний иллюминатор постоянно приходилось корректировать курс и скорость, удерживая трал в поле зрения. Нужно сказать, что характеристики лодки, в частности наличие гироскопического компаса и мощной аккумуляторной батареи, а также слаженность экипажа, позволяли выполнять эти маневры длительно и четко.



Кривые распределения
биомассы (m) планктона
по глубине показателя
ослабления света (α),
характеризующего
прозрачность

Успешному наблюдению за тралом способствовала и высокая естественная (полярный день) освещенность в это время года (в солнечный полдень на глубине 100 м у бортовых иллюминаторов можно было читать газету).

В этом же рейсе производились неоднократные посадки на грунт для наблюдения за донными рыбами. Обнаружено, что после оседания взвеси, вызванной прикосновением НИПЛ к грунту, под ее корпус стремились камбалы и крабы, по-видимому, прячась от света, проникающего сквозь толщу воды. Производились гидроакустические наблюдения, в том числе сравнительное определение количественных характеристик зон чувствительности рыбопоисковых эхолотов с самопишущим и электронным индикаторами.

Четвертой экспедицией (июль 1959 г., Северная Атлантика) в районах сельдяного промысла наблюдалось вертикальное распределение планктона в период цветения. Непосредственные

наблюдения из НИПЛ позволили определить тонкую структуру скоплений, чего нельзя было сделать с помощью планктонных сетей, процеживающих значительный по глубине слой воды. Собран большой материал о влиянии планктона на подводную освещенность. Определена подводная дальность видимости для периода цветения вод в различных районах Северной Атлантики. Отработана методика маневрирования подводной лодки под дрейферными сетями. Установлено, что планктон влияет на работу рыбопоисковой гидроакустической аппаратуры. Скопления некоторых форм планктона в совокупности с особым характером температуры на глубине создают условия для отражения ультразвуковых волн, при этом показания эхолотов и гидролокаторов очень сходны с показаниями, обусловленными наличием сельди. Таким образом был объяснен факт отсутствия уловов при «хороших» показаниях.

Пятая экспедиция (апрель 1960 г., Баренцево море) проходила в то время, когда на «Северянке» была установлена дополнительная аппаратура: комплекс приборов для измерения глубинных течений электромагнитным способом, измеритель придонных течений, улучшенный вариант электронного измерителя солености и температуры, фотометр. Над верхним иллюминатором был смонтирован щит с зеркалом, наклоненный под углом 45° к горизонтальной плоскости, а над иллюминатором правого борта смонтирована откидывающаяся стрела с выносным светильником.

Изучалась реакция на свет рачков-черноглазков, показавшая, что она может быть положена в основу разработки простых и эффективных способов их лова. Добыча этого вида планктона может оказаться перспективной, так как запасы его в океане огромны. Проводились наблюдения за треской и пикшей, в том числе изучалось поведение этих рыб в освещенной зоне. Наблюдения сопровождалась киносъемкой.

Отмечена хорошая работа приборов для измерения течений, температуры и солёности. Электронный дистанционный термометр позволил быстро и с хорошей точностью получать информацию о среде. Измерена скорость течений в различных слоях воды, в том числе у грунта, что помогло объяснить некоторые геологические явления. Визуальное обозрение донных осадков показало, что не только у берегов, но и в открытом море осадочный покров не является однородным и может существенно меняться на весьма незначительных расстояниях. Песок, илистый песок и другие более тонкие отложения чередуются со скоплениями ракушек, гравия, гальки, изредка валунов. Участки с однообразным грунтом в районах плавания встречались редко и были нехарактерны. Интересен факт, что камни-галька, валуны, обломки не занесены илом, а выступают над дном. Это говорит о том, что существует вынос или вымывание оседающих органических остатков. Как показали измерения, скорость течений относительно высока (15–20 см/сек).

Визуальные наблюдения за некоторыми планктонными организмами показали, что в большинстве случаев они не были равномерно распределены в толще воды, а встречались в виде облакообразных скоплений различной величины и плотности.

Собран материал об ослаблении подводной освещённости с глубиной, а также произведена оценка дальности видимости в воде на многих глубинах, которая в разных слоях воды оказалась различной.

Шестая экспедиция (декабрь 1960 г., Северная Атлантика). Основные задачи рейса — изучить поведение атлантических сельдей и распределение планктона, получить данные о свойствах среды, работе разноглубинного трала и видимости окрашенных сетей под водой. Дополнительно к имевшейся бортовой системе подводного освещения было установлено восемь светильников с зеркальными лампами накаливания, так как большую часть наблюдений

предполагалось проводить в темное время суток.

Рыбу наблюдали почти при каждом погружении. Сельди держались в виде отдельных разрозненных косяков. Большей частью это были скопления пассивных сельдей, слабо реагирующих на приближение лодки и включение искусственного освещения. Изредка попадались экземпляры сельди, находящиеся в вертикальном или перевернутом положении. Однако встретившиеся позже большие плотные косяки сельди вели себя иначе. Используя показания гидролокатора и эхолотов, «Северянка» ныряла в косяк, а затем включала свет. Вначале сельдь бросалась на лодку, ударяясь о корпус, а через 30—90 сек рассеивалась. По-видимому, внезапное включение света вызывало состояние шока у рыб, оказавшихся в освещенной зоне. Стремительно рассеиваясь, они уплотняли часть косяка вблизи подводной лодки. После разрядки уплотнения сельди, замечая свет, уходили в сторону. При этом эхолоты регистрировали отсутствие рыбы на протяжении всего пути с включенными прожекторами. Безусловно, это объяснение нуждается в дополнительной проверке, но отрицательный характер отношения сельди к искусственному свету очевиден, хотя ее реакцию на движущийся источник света можно использовать в практических целях, например для создания искусственных концентраций сельди.

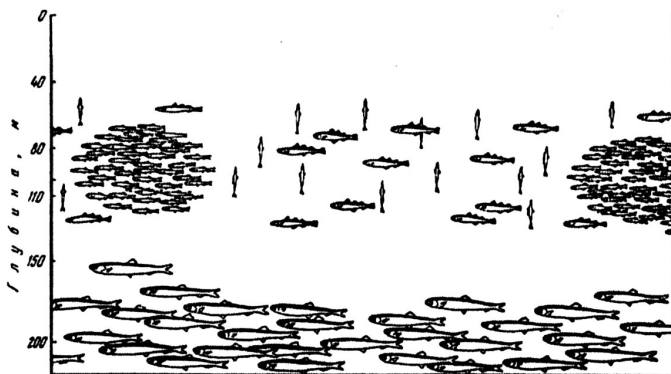


Схема распределения зимующих рыб в Норвежском море в дневное время, составленная по наблюдениям «Северянки» в декабре 1960 г. В косяках овальной формы — молодые сельди 3-х и 4-х лет; внизу — скопления крупной половозрелой сельди; вертикально расположенные рыбы — макрелешука; отдельными особями (с тремя дорзальными плавниками) — путассу

Во время визуального контроля в бортовые иллюминаторы с включенными светильниками проводился лов планктона сетью, которая прикреплялась к корпусу НИПЛ и залавливала его при движении. Эта работа выполнялась в темное время суток. Днем планктон почти не встречался, вероятно, в связи с его миграцией в светлое время суток на глубину.

Неожиданной оказалась большая неравномерность в распределении рачков-черноглазок и по горизонтали и по вертикали.

Наблюдалось много светящегося планктона. Подавляющая его часть представляла собой отмершие организмы, невидимые в лучах света, но люминесцирующие в темноте под действием бактерий. Подтвердилось, что с НИПЛ можно хорошо наблюдать за макрозоопланктоном: рачками-черноглазками, сальпами, гребневиками и т.д. При этом можно непосредственно получать количественные характеристики их горизонтального и вертикального

распределения.

Гидрооптические наблюдения сводились к измерению подводной освещенности в различных районах Норвежского моря, оценке дальности видимости под водой и определению яркости фона водной среды. Абсолютное значение прозрачности вод в ряде районов оказалось на порядок выше, чем в весенне-летний период в этих же районах, что создавало благоприятные условия для подводных наблюдений.

Результаты измерений видимости объектов в воде позволили выбрать оптимальные условия для изучения работы разноглубинного трала в этом рейсе и произвести его киносъемку для последующего анализа. Для изучения видимости окрашенных сетей их цветные образцы подвешивались в рамах на откидной стреле перед одним из бортовых иллюминаторов. Всего использовалось 20 образцов хлопчатобумажных сетей и 16 капроновых. В условиях сумеречной освещенности на глубинах 7 и 25 м наименьшей «заметностью» обладали желтая хлопчатобумажная сеть и желто-зеленая капроновая.

Седьмая экспедиция (июнь 1963 г., Баренцево море) была посвящена наблюдению за мойвой, а также гидрооптическим наблюдениям, связанным с заметностью орудий лова под водой.

В этом плавании «Северянка» попала в чрезвычайно плотное скопление мойвы, благодаря чему появилась возможность изучать ее поведение в естественной среде, в том числе и во время нападения хищников (трески). В конце была успешно проверена возможность совмещения наблюдений через иллюминаторы с опусканием аквалангиста. В студеную воду погружался В.А. Матусевич.

Восьмая экспедиция (декабрь 1964 г., Баренцево море). Подводная лодка зондировала район от полуострова Рыбачий до

71° с.ш. В программу работ входило изучение распределения сельди в толще воды, концентрации трески и пикши на грунте. В носовой части НИПЛ и возле рубки были установлены наружные кинокамеры, запечатлевшие рабочие фазы погружения, посадку на грунт, всплытие.

Девятая экспедиция (сентябрь 1965 г., Баренцево море). Совершив переход по маршруту Кольский залив — мыс Нордкап — о-в Медвежий — о-в Надежды — о-в Шпицберген, «Северянка» изучала распределение мойвы в это время года преимущественно гидроакустической аппаратурой в подводном положении. Еще раз подтвердились сезонные различия в поведении рыбы. На НИПЛ было установлено раскрывающееся во время хода устройство для залавливания встречающейся на пути рыбы.

Десятая экспедиция (июнь 1966 г., Баренцево и Белое моря). Изучались гидрологические условия у побережья Мурмана и в Белом море, исследовались планктон и донные организмы в юго-западной части Белого моря.

Во время десяти экспедиционных рейсов разработаны и проверены методические основы выполнения значительного комплекса гидрофизических, гидрохимических, геоморфологических и гидробиологических наблюдений и получены новые научные результаты. Наиболее значительными из них являются данные геоморфологических наблюдений в Баренцевом море о характерной микро- комплексности осадочного покрова; сведения о сезонных и региональных изменениях оптических характеристик вод; результаты гидробиологических наблюдений за распределением ихтиофауны. Было обнаружено новое явление, которое, по Н.Н. Зубову, можно классифицировать как океанографическое открытие, а именно — зоогеографический феномен пассивной (путем переноса течением) миграции скоплений зимующей атлантическо-скандинавской сельди из района Фарерских островов к Норвежскому побережью (явление

пассивного дрейфа подтверждено в 1966 г. наблюдениями канадской подлодки «Пайсиз»).

Полученный опыт позволяет считать, что со временем подводные суда могут стать основным средством океанологических экспедиционных работ. Это диктуется насущными потребностями фундаментальных и прикладных наук, связанных с изучением и освоением морей и океанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажажа В.Г. Научно-исследовательская подводная лодка «Северянка» // Бюлл. Океаногр. комиссии АН СССР. 1960. № 6. С. 19-31.
2. Ажажа В.Г. Дорогами подводных открытий. М.: Знание. 1977. 160 с.
3. Ажажа В.Г., Соколов О.А. Подводная лодка в научном поиске. М.: Наука. 1966. 111с.
4. Исаков И.С., Еремеев Л.М. Транспортная деятельность подводных лодок. М.: Воениздат. 1959. 305 с.
5. Костев Г.Г., Костев И.Г. Неизвестный флот. М.: ОАО «Чебоксарская типография № 1». 2004. 495 с.
6. Свердруп Х. Предисловие к книге «Во льды на подводной лодке». М.: Молодая гвардия. 1934. 135 с.
7. Strasburg D.W. A submarine for fishery research // 2nd FAO Conf.

Fish. Res. Craft, Seattle, Wash., 1968, Vol. 1.

8. Young E.P. Sea trials of a Soviet research sub // Sea Frontiers, 1965, 11(1).

Авторский указатель

А

Ажажа В.Г. 143

Б

Башилов И.П. 120

Белов С.В. 120

Бриллиантов А.Н. 85

Быков А.В. 127

В

Веденев А.И. 103

Вельтищев В.В. 22

Вильмис А.Л. 113

Власенко А.А. 117

Г

Глухих И.Н. 24

Горлов А.А. 73

Гуридова О.В. 109

Д

Дробаденко В.П. 113

Е

Егоров С.А. 101, 106, 109

Елкин А.В. 61, 65, 138, 141

З

Зарецкий А.В. 69, 78, 93

Зубко Ю.Н. 120

Зубченко А.Г. 117

И

Иванов В.И. 22

Иванов В.Н. 103

К

Караев Р.Н. 13

Козловский В.Г. 22

Колмаков И.А. 117

Комаров В.С. 111

Короченцев В.И. 88

Кочетов О.Ю. 103

Кропотов А.Н. 22

Куренков Г.И. 27, 35

Куценко А.С. 109

Л

Леденев В.В. 120

Лежнин В.А. 81

Луконина О.А. 113

Лукъянов Д.В. 120

Львович Ю. А. 131

М

Макаров К.Е. 120

Малухин Н.Г. 113

Метальников А.А. 69, 93

Мираламов Г.Ф. 13

Мысливец И.В. 61, 65

Н

Никитин Г.А. 49, 54

Новиков В. И. 14, 18

О

Ольшанский В.М. 88, 97

П

Парамонов А.А. 120

Подкопаев Д.М. 117

Покрышкин А.А. 7

Р

Римский-Корсаков Н.А. 49, 54, 81

Розман Б.Я. 61, 65, 135, 138

Рублев В.П. 88, 97

С

Самедов Т.А. 13

Свиридов С.А. 69, 93

Северов С.П. 61, 65, 135, 138, 141

Серых В.Я. 20

Смирнов А.В. 14, 18, 20

Смолин В.В. 57

Соколов Б.А. 24

Соколов Г.М. 57

Соловьев В.А. 69

Сычев В.А. 7, 49, 54, 78, 81, 85

Т

Телегина Е.Б. 43

Тетющенко А.И. 22

Тимошенко С.В. 113

Ф

Федонюк Н.Н. 43

Ч

Челяев В.Ф. 24

Червинчук С.Ю. 120

Черкашин С.В. 127

Ш

Шаповалов С.М. 93

Шерстов Е.А. 61, 65, 135, 138

Шестаченко Ф.А. 131

Щ

Щербаков А.Н. 24

Я

Яхонтов Б.О. 27, 31, 35, 39