

Построение протяженных многолучевых просветных параметрических антенн приема и передачи информационных волн в морской среде обеспечивает дальний и сверхдальний параметрический прием и передачу волн различной физической природы в диапазоне частот сотней десяти-единицы-доли герца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мироненко М. В., Малашенко А. Е., Василенко А. М. и др. Низкочастотный просветный метод дальней гидролокации гидрофизических полей морской среды. — Владивосток: СКБ САМИ ДВО РАН, 2006. — 172 с.
2. Малашенко А. Е., Мироненко М. В. и др. Создание и эксплуатация радиогидроакустических систем мониторинга гидрофизических полей морских акваторий. — Владивосток: СКБ САМИ ДВО РАН, 2012. — 263 с.
3. Мироненко М. В., Короченцев В. И. Закономерности взаимодействия упругих и электромагнитных волн в морской воде // Междунар. симп. “Подводные технологии — 2000”. Япония, Токио, май 2000. — С. 105—109.
4. Малашенко А. Е., Мироненко М. В., Василенко А. М., Табожков А. А. Параметрическая модель и реализация низкочастотного просветного метода гидролокации в условиях протяженного океанического волновода // IV Всерос. симп. “Сейсмоакустика переходных зон”. — Владивосток: Дальнаука, ТОИ ДВО РАН, 2005. — С. 206—210.
5. Шостак С. В., Мироненко М. В., Сургаев И. Н. Амплитудно-фазовая модуляция просветных акустических волн при их взаимодействии с электромагнитными в морской среде: Сб. статей. — Владивосток: ТОВМИ, 2001. — Вып. 22. — С. 82—88.
6. Пат. РФ RU 2453930 С1. Способ параметрического приема волн различной физической природы в морской среде / М. В. Мироненко, А. Е. Малашенко, Л. Э. Карачун, А. М. Василенко // Бюл. — 2010.
7. Пат. РФ RU 2472236 С1. Способ передачи информационных волн в морской среде / М. В. Мироненко, А. Е. Малашенко, Л. Э. Карачун, А. С. Корытко // Бюл. — 2011.

Анатолий Емельянович Малашенко — канд. техн. наук, директор, главный конструктор Специального конструкторского бюро средств автоматизации морских исследований (СКБ САМИ) ДВО РАН;

☎ (4242) 75-20-60

E-mail: aemalashenko@skbsami.ru

Михаил Владимирович Мироненко — д-р техн. наук, профессор, гл. научн. сотрудник лаборатории гидрофизики СКБ САМИ ДВО РАН;

☎ (4232) 227-67-10

E-mail: professor@mail.primorye.ru

Анна Михайловна Василенко — научн. сотрудник ВУНЦ ВМФ “ВМА” (филиал, г. Владивосток);

☎ (4232) 245-87-86

E-mail: kahunya@gmail.com

Роман Викторович Леоненков — инженер-конструктор СКБ САМИ ДВО РАН.

☎ (4242) 55-03-27

E-mail: roma1313@mail.ru

□

УДК 551.465:556.08

АВТОНОМНЫЙ ЦИКЛИРУЮЩИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МОРСКОЙ СРЕДЫ “АКВАЗОНД”

А. Е. Малашенко, В. В. Перунов, А. И. Чудаков

Представлена работа по созданию автономной многофункциональной станции для мониторинга гидрофизических параметров акваторий, обеспечивающего контроль и прогнозирование состояния водной среды. Станция производит измерения различных параметров морской среды в течение длительного времени, сохраняет полученные данные и осуществляет их передачу в централизованные пункты сбора.

Ключевые слова: автономная гидрофизическая станция, мониторинг водной среды, передача данных по радиоканалу.

Одним из важнейших аспектов исследований процессов, происходящих в океане, является оценка и прогноз глобального изменения климата на основании результатов долгопериодных наблюдений в рамках мониторинга морской среды. Основной проблемой при выполнении прогнозных оценок состояния морской среды является получение и анализ натуральных данных.

К настоящему времени в результате многолетних наблюдений уже накоплен обширный фактический материал, не только характеризующий состояние отдельных компонентов контролируемых

акваторий, но и позволяющий проследить многолетнюю динамику их важнейших структурных и функциональных показателей как в рамках естественных межгодовых вариаций, так и под влиянием антропогенных факторов.

В связи с бурным развитием средств освоения шельфовых зон морских акваторий становится актуальным проведение мониторинга гидрофизических характеристик среды в условиях постоянно возрастающего антропогенного воздействия на экосистему. Проводимый мониторинг должен обеспечивать оценку вариации измеряемых гид-

рофизических параметров от воздействия различных природных и техногенных факторов с целью последующего анализа их влияния на изменение состояния бентоса в рассматриваемом районе.

В настоящее время интенсивно проводятся работы по созданию автономных многофункциональных платформ, различного типа донных, приповерхностных и дрейфующих буев, способных производить измерения различных параметров морской среды в течение длительного времени, а также хранение полученных данных и передачу их в централизованные пункты сбора. Способность измерений большого количества параметров морской среды (температура, соленость, скорость и направление течения, кислород и др.) делают такие системы незаменимыми при проведении длительных наблюдений за отдельными акваториями.

Внедрение качественно новых технологий и современных технических средств позволяет создать эффективную систему контроля и управления за деятельностью в морских акваториях, разработать эффективные методы оценки пространственно-временной изменчивости, экологических рисков и прогнозов динамики морских экосистем морей на основе новейших научных разработок и технологий.

Кроме того, оборудование акваторий автономными системами, оснащенными различными гидрофизическими, гидроакустическими и сейсмическими датчиками с передачей информации на удаленные приемные посты, позволяет создавать на их основе системы охраны морских акваторий, фиксировать районы техногенного вмешательства в среду, а также создавать системы предупреждения о цунами.

Положительную роль в организации мониторинга моря как по площади, так и по глубине могут сыграть автономные станции вертикального зондирования. Группа таких станций, оборудованных необходимыми измерительными датчиками, способными работать в автономном режиме в течение многих месяцев, может дать объемную информацию о состоянии исследуемого участка морской акватории.

Примером таких станций является разработанная в СКБ САМИ ДВО РАН автоматическая циклирующая станция “Аквазонд”. Конструктивно она представляет собой герметичный контейнер с установленными на нем датчиками регистрации различных гидрофизических полей, способный перемещаться в слое морской воды по заданной программе, обеспечивая непрерывную регистрацию вертикальных распределений (профилей) параметров среды и биоты, что позволяет

точно оценивать как дифференциальные, так и интегральные характеристики этих распределений. Наряду с этим “Аквазонд” может останавливаться (“зависать”) на нужное время, чтобы произвести измерения на заданных горизонтах.

Передача результатов измерений осуществляется по УКВ-модему или спутниковому радиомодему в случае отсутствия прямой видимости между точкой постановки станции и пунктом управления. Станция передает формуляры на FTP-сервер, откуда они могут быть взяты пользователем. Это может быть либо сервер пользователя, либо сервер компании Globalstar. Через сервер передаются на станцию и файлы с новым заданием. При подготовке станции к работе в этом случае используются приемо-передающие устройства Wi-Fi. С их помощью организовывается канал для программирования станции и приема данных при тестировании и выполнении контрольных галсов, когда судно-постановщик или береговой пункт управления находятся в радиусе до 100 м от станции.

На рис. 1 показан внешний вид станции “Аквазонд”. Станция состоит из герметичного цилиндрического корпуса 1 с электронной аппаратурой внутри, лебедки с тросом 2, прикрепленной к станции снизу, измерительных датчиков 3, раз-

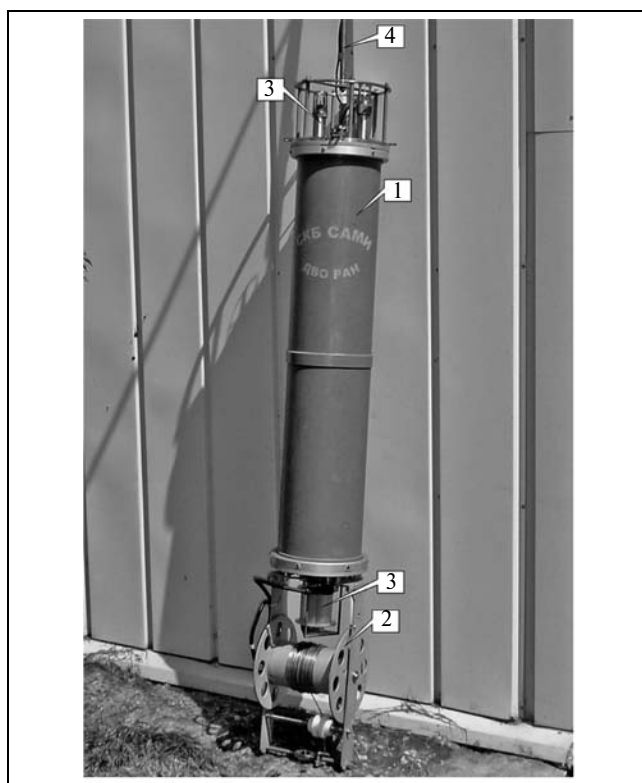


Рис. 1. Автономная циклирующая по глубине гидрофизическая станция “Аквазонд” с передачей информации с поверхности моря по УКВ-радиоканалу



Рис. 2. Структурная схема пункта управления



Рис. 3. Пункт управления

мещенных на верхней и нижней крышках корпуса, и радиоантенны 4. Верхний конец троса намотан на лебедку, а нижний крепится к якорю, расположенному на дне.

Структурная схема и состав пункта управления (ПУ) показаны на рисунках 2 и 3.

Управление работой станции производится с помощью компьютера, соединенного с радиомодемом через ComPort. Для этого в компьютер за-

гружается программа “Terminal”, работающая под ОС “Windows”. Программа “Terminal” позволяет:

- заносить в станцию рабочую программу;
- считывать записанную ранее программу;
- тестировать техническое состояние станции перед постановкой;
- заносить в контроллер станции текущее время с компьютера ПУ;
- считывать с контроллера станции текущее время;
- подавать команды на станцию: “выполнить контроль состояния”, “выполнить контрольный галс”, “работу продолжить”, “работу прекратить”;
- принимать от станции формуляры, представлять их в виде таблиц и хранить в памяти компьютера;
- строить графики зависимости измеренных параметров от глубины;
- воспроизводить звуковые сигналы тревоги при аварийном всплытии станции (для этого к компьютеру должны быть подключены звуковые колонки).

Состав датчиков станции “Аквазонд” определяется решаемыми ею задачами. На рис. 4 показан вариант станции с установленными на ней датчиками давления, температуры, электропроводности, измерения скорости звука, течения.

Для удобства эксплуатации в станцию “Аквазонд” внедрены конструктивные элементы, позволяющие включать и выключать питание станции, а также заряжать аккумуляторы без разгерметизации корпуса.

На рис. 5 показана станция “Аквазонд” в момент связи.

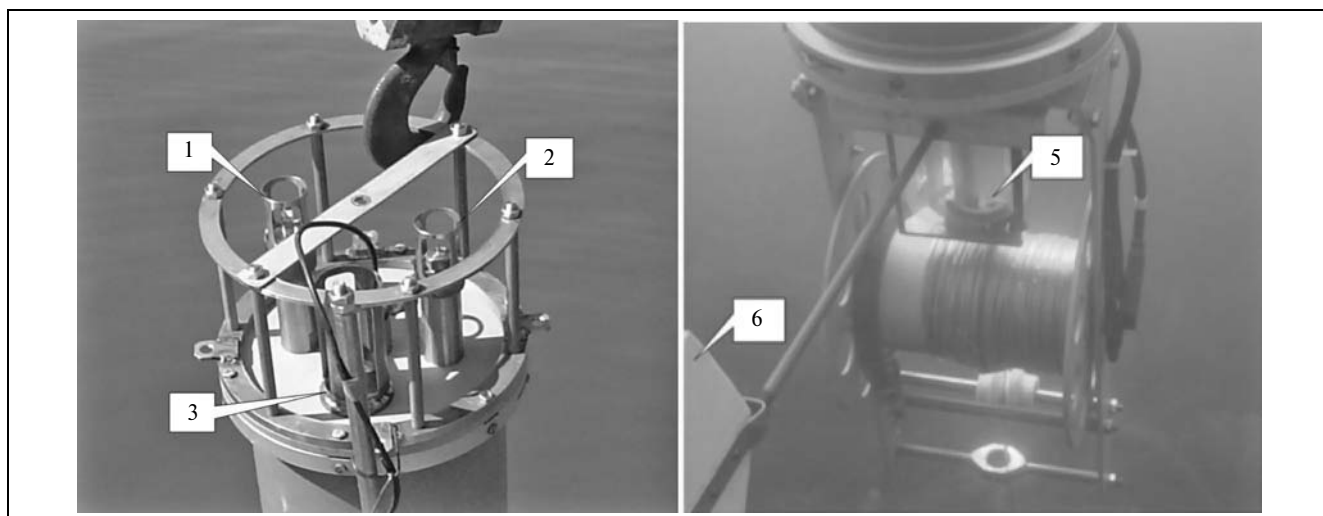


Рис. 4. Датчики, установленные на станции “Аквазонд”:

1 — датчик скорости звука; 2 — датчик температуры; 3 — датчик проводимости; 5 — датчик течения, 6 — стабилизатор

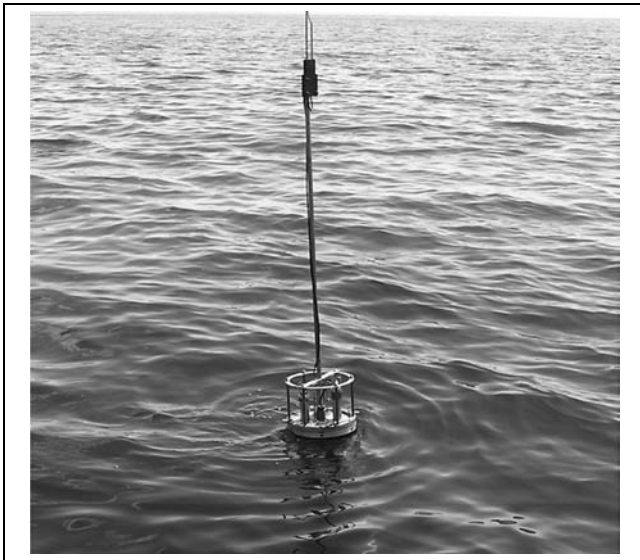


Рис. 5. Станция во время сеанса связи

Количество и тип датчиков, устанавливаемых на циклирующую станцию гидрофизических полей “Аквазонд”, определяется решаемыми задачами и регистрируемыми параметрами. В табл. 1 в качестве примера приведен перечень некоторых типов датчиков и регистрируемые с их помощью параметры водной среды.

Рис. 6 иллюстрирует результаты измерения параметров морской среды станцией “Аквазонд” на глубине 1 и 5 м в заливе “Восток” при продолжительной работе. Режим работы задавался таким образом, чтобы после 7—9 измерительных галсов станция всплывала на поверхность и передавала накопленные данные в пункт управления.

Основные характеристики станции “Аквазонд” приведены в табл. 2.

Конструкция автономной циклирующей станции “Аквазонд” позволяет в короткие сроки расширять характеристики ее применения за счет изменения состава и количества датчиков, а также путем совместного использования станций с другими системами, например в комплекте с океаническими буями. Это позволит получать информацию о состоянии среды от большого количества автономных станций, расположенных на акватории и находящихся в зоне прямой акустической видимости от радиобуя. Передача измерительной информации на радиобуй может производиться по гидроакустическому каналу связи после каждого цикла измерений или по программе с заданных горизонтов.

Использование станции “Аквазонд” в комплекте с океаническим буйом позволяет:

— передавать данные в режиме реального времени (так как антенна, размещенная на океани-

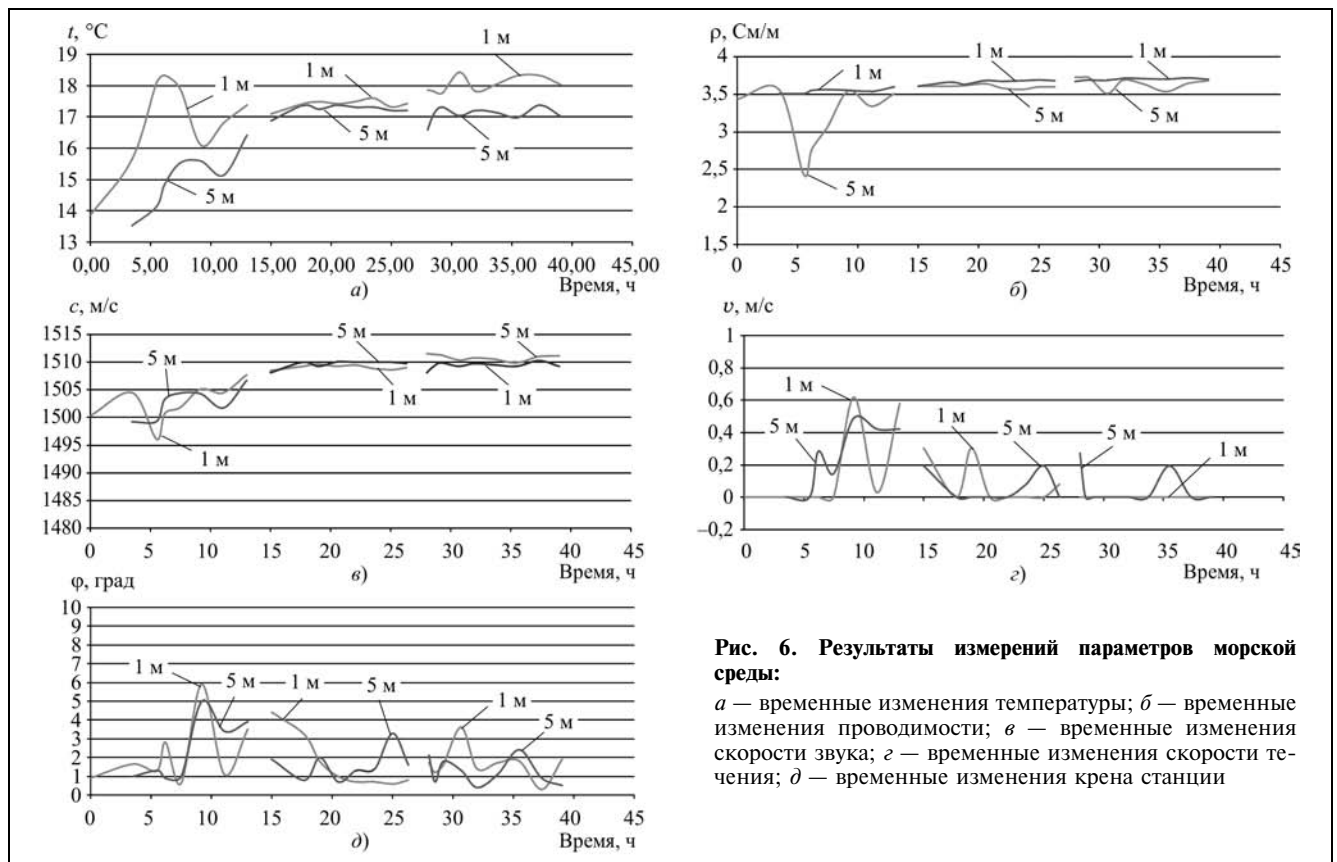


Рис. 6. Результаты измерений параметров морской среды:

a — временные изменения температуры; *б* — временные изменения проводимости; *в* — временные изменения скорости звука; *г* — временные изменения скорости течения; *д* — временные изменения крена станции

Датчики контроля гидрофизических параметров

| Наименование датчика и фирма производитель | Регистрируемые параметры | Основные характеристики |
|--|---|--|
| Chlorophyll and Dissolved Organic Matter Fluorometer. Model: ECO Triplet (WET LABS Inc.) | Оптический флуориметр по оценке хлорофилла и растворенной органики в морской воде. Встроены: температурный датчик, датчик давления, датчик глубины | Габариты: $\varnothing 63 \times 127$ мм Масса — 0,4 кг Глубина погружения — 600 м Напряжение — 7...15 В Ток — 90 мА Спящий режим — 85 мА Интерфейс — RS-232 |
| Photosynthetically Active Radiation Sensor (Chelsea Technologies Group) | Датчик для измерения фотосинтетически активной радиации под водой (в интервале: $3000 \dots 0,002 \text{ мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$; $E = 6,023 \cdot 10^{23}$ квантов) | Габариты: $\varnothing 50 \times 130$ мм Масса — 0,85 кг Глубина погружения — 1000 м Напряжение — 7...20 В Выходное напряжение — 0...5 В Мощность — 20 Вт Интерфейс — VSG-4-BCL (или другой по запросу) |
| Moored Profiler CTD & Optional DO Sensor SBE 52-MP (Sea-Bird Electronics) | Проточная система для определения растворенного кислорода в воде | Габариты: $429 \times 129 \times 99$ мм Масса — 5,3 кг Напряжение — 7...16 В Ток — 300 мА Спящий режим — 0,008 мА Интерфейс — RS-232 Погрешность измерений: не ниже 0,01 мл O_2 /л или $\pm 1-2$ % насыщения воды кислородом |
| Link Quest Doppler Velocity Log. Model: NavQuest 600 Micro DVL (LinkQuest Inc.) | Доплеровский лаг для оценки горизонтальной и вертикальной скорости течений с рабочей частотой 600 кГц | Габариты: $\varnothing 126 \times 170$ мм Масса — 2,9 кг Стандартная глубина погружения — 800 м Напряжение — 24 ± 2 В Мощность — 80 Вт Интерфейс — RS-422 или RS-232 |
| Temperature Sensor (Aanderaa Instruments) | Температура воды | Габариты: 76×36 мм Масса — 0,12 кг Погрешность — $\pm 0,03$ °C Разрешение — 0,001 °C Время отклика — менее 2 с Глубина погружения — 6000 м Напряжение — 6...14 В Ток — 50 мА (при 9 В) Спящий режим — 0,25 мА Интерфейс — RS-232 |
| Salinity Sensor SBE45 (Sea-Bird Electronics) | Соленость или электропроводность | Габариты: $338 \times 216 \times 76,2$ мм Масса — 4,6 кг Напряжение — 8...30 В Ток — 34 мА (при 8 В), 30 мА (при 12...30 В) Спящий режим — 10 мкА Интерфейс — RS-232 |
| pH Sensor Ultrapure water pH system model 8362 (Hach Ultra) | Кислотность | Габариты: $\varnothing 106 \times 150$ мм Погрешность — 0,05 рН при электропроводности выше 0,1 мкСм/см и 0,1 рН при электропроводности ниже 0,1 мкСм/см |
| TurbiLux (CTG – Chelsea Technologies Group Ltd) | Датчик мутности | Габариты: $\varnothing 70 \times 149$ мм Масса — 800 г на воздухе и 150 г в воде Глубина погружения — до 600 м Напряжение — 6...36 В Интерфейс — RS-232 и аналоговый выход (или RS-422 опция) |
| UniLux (CTG–Chelsea Technologies Group Ltd) | Датчик хлорофилла | Габариты: $\varnothing 26,5 \times 105$ мм Масса — 100 г Глубина погружения — до 600 м Напряжение — 11...25 В Интерфейс — RS-232 и аналоговый выход (или RS-422 опция) |
| UV AQUAtracka (CTG – Chelsea Technologies Group Ltd) | Датчик In-situ углеводородов обнаружения и мониторинга сырой нефти и нефтепродуктов в воде | Габариты: $\varnothing 89 \times 406$ мм Масса — 5,5 кг на воздухе и 3,5 кг в воде Глубина погружения — до 600 м Аналоговый выход |

Основные технические характеристики циклирующей станции «Аквазонд»

| Характеристика | Значение | Примечание |
|--|--|--|
| Диапазон рабочих глубин, м | 5...500 | При глубине места более 200 м (до 400...500 м) производится дополнительное оснащение заякоренной платформой с гидроакустическим размыкателем балласта |
| Максимальная глубина выполнения измерений, м | 200 | — |
| Горизонты, на которых производятся измерения | Задаются программно с погрешностью 0,1 % от максимального значения рабочей глубины | Горизонты проведения измерения и периодичность измерений могут задаваться с удаленного компьютера в процессе автономной работы по каналу р\связи |
| Базовый комплект датчиков | | Станция оснащена трехкоординатным датчиком положения |
| Погрешность измерения: — давления, % — температуры, °С — проводимости (солености), % — гамма-излучения, % — скорости течения, % | 0,1 0,1 3 2 0,1 | — |
| Общее число датчиков с цифровым RS-232 или аналоговым выходом | 6 | Число датчиков может уточняться |
| Время непрерывной автономной работы (количество циклов зондирования): — источник питания аккумулятор 26 А · ч (12 В) — источник питания на литиевых батареях общей емкостью 2400 Вт · ч (4 батареи по 200 А · ч) | 100 ч (100 циклов зондирования до глубины 200 м) 800 ч (800 циклов зондирования) | Расчетное количество горизонтов, на которых проводятся измерения, равно 6. Мощность, потребляемая в режиме ожидания, 0,4 Вт. Общее время нахождения в режиме ожидания не более 30 сут Общее время нахождения в режиме ожидания 240 сут |
| Передача информации с поверхности моря по радиоканалу: — УКВ-модем — спутниковая связь: Globalstar, «Гонец» | Дальность связи в зоне прямой радиовидимости (20...40 км) Дальность связи не ограничена | Информация передается на приемный терминал и далее через сервер пользователя на любой удаленный терминал по доступному каналу связи |
| Допустимое количество АПС на один центр сбора информации: — по УКВ каналу — по спутниковому каналу | До 100 Зависит от выделенного ресурса | При установке АПС в зоне прямой радиовидимости передача данных может осуществляться последовательно от станции к станции, а затем в центр сбора информации |
| Масса на воздухе (положительная плавучесть) с базовым комплектом датчиков | 46 кг (5 кг) без балласта | При оснащении специализированным комплектом датчиков устанавливаются дополнительные модули положительной плавучести |
| Стойкость к штормовому воздействию | 5—6 баллов | При нахождении станции на поверхности воды. При более сильном волнении станция погружается ниже 50 м, измерения прекращаются и продолжение работы возможно после снижения волнения до 5—6 баллов |
| Допустимая скорость течения в районе установки, узла | 0,6...1,0 | — |
| Основные габариты, мм: — длина со спутниковой антенной DRA — длина с антенной УКВ — диаметр корпуса | 1770 3000 260 | — |
| Скорость станции, м/с: — при всплытии — при погружении | 1,5 0,28 | — |

ческом бье, постоянно находится на поверхности моря);

— увеличить дальность связи с береговым (судовым) постом;

— повысить штормоустойчивость до 8 баллов;

— установить дополнительно на океаническом бье автономную метеостанцию и средства контроля состояния поверхности с передачей данных по радиоканалу.

Такое совместное использование позволит создать системы постоянного контроля над морскими акваториями и обеспечит информацией о ключевых параметрах морской среды в реальном времени с целью оценки текущих воздействий на важнейшие компоненты морских систем.

Эффективность мероприятий мониторинга морских акваторий во многом будет определяться наличием Единой системы информации об обстановке в Мировом океане, интегрирующей национальные информационные ресурсы в данной области и формирующую единое информационное пространство страны. Система обеспечит информационное сопровождение принятия решений по хозяйственной, военной и научной деятельности

в Мировом океане, морях России и на прибрежных территориях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов В. В., Малашенко А. Е. Проект создания Сахалинской региональной комплексной системы безопасности // Датчики и системы. — 2012. — № 7 (158). — С. 41–42.
2. Малашенко А. Е., Мироненко М. В., Карачун Л. Э. и др. Научно-технические разработки СКБ САМИ ДВО РАН и ФБГОУ ВПО “Дальрыбвтуз” в оценках воздействия на биоту средств освоения ресурсов континентального шельфа, решение экосистемных задач, использование их в системе исследований морского океанариума // Матер. Междунар. науч.-практич. конф. “Научно-практические вопросы регулирования рыболовства”, посвященной 100-летию со дня рождения лауреата Государственной премии В. С. Калиновского, 6–7 декабря 2011 г. — Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011.

Анатолий Емельянович Малашенко — канд. техн. наук, директор, главный конструктор Специального конструкторского бюро средств автоматизации морских исследований (СКБ САМИ) ДВО РАН;

Виктор Васильевич Перунов — инженер-конструктор СКБ САМИ ДВО РАН;

Александр Иванович Чудаков — канд. техн. наук, ст. научный сотрудник СКБ САМИ ДВО РАН.

☎/ф (4242) 23-69-66

E-mail: skb@skbsami.ru

□



РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ
СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

www.sibecopribor.ru

630058, г. Новосибирск, ул. Русская, 41
т./факс: (383) 306-62-14, 306-58-67, т.: 306-62-31
т. 8-800-333-62-14 - бесплатный звонок по России

НОВИНКА

ТМ-12м
ТЕРМОИЗМЕРИТЕЛЬ

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

измерение температуры контактным способом с использованием датчиков температуры - термопреобразователей сопротивления (ТС) или термоэлектрических преобразователей (ТП) с учетом индивидуальных статических характеристик (ИСХ) или номинальных статических характеристик (НСХ) преобразования

Диапазон измерения температуры:

с использованием ТС от -145 до +700 °С,
с использованием ТП от -270 до +1820 °С

Погрешность измерения температуры:

совместно с ТС от 0,05 °С,
совместно с ТП от 0,3 °С

Погрешность измерения:

сопротивления $R = \pm(0,006 + 4 \cdot 10^{-5} \cdot R)$ Ом,

напряжения $U = \pm(0,006 + 4 \cdot 10^{-5} \cdot |U|)$ мВ

- Обеспечивает гарантированную точность измерения температуры вместе с комплектом поставляемых ТС для измерений температур в диапазоне от -50 до +200 °С
- Одновременно отображаются результаты измерения температуры в 12 точках
- Поставляется с заводской градуировкой ИСХ ТС
- При градуировке прибора расчеты по определению ИСХ выполняются самим прибором
- Обеспечивает измерение температуры с использованием трех ИСХ ТП, сформированных пользователем
- В памяти прибора хранятся НСХ 8 типов ТС по ГОСТ 6651 и 8 типов ТП по ГОСТ Р 8.585
- Может использоваться для градуировки, поверки, калибровки ТС, ТП
- Сохраняет не менее 40000 результатов измерения для каждого канала в энергонезависимой памяти
- Позволяет вести измерения температуры на объектах, удаленных от прибора на расстояние до 100 метров
- Выпускается в 3-х модификациях
- Связь с ПК
- Наличие методик измерений, ПО

