

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ
АТТЕСТАЦИИ КОМПЛЕКСА
АВТОМАТИЧЕСКОГО
БИОМОНИТОРИНГА ВОДНЫХ
СРЕД «БИОСТРАЖ»**

П.В. Гайский, И.В. Дрозденко,
В.И. Забурдаев*

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: oaoimhi@inbox.ru

* ГП "Севастопольстандартметрология"

В настоящей работе приведены результаты государственной метрологической аттестации измерительных каналов температуры, гидростатического давления, изменения расстояния, освещенности двух комплектов опытных образцов комплекса автоматического биомониторинга водных сред (КАБМВС, шифр «Биостраж»), разработанных и изготовленных в МГИ НАН Украины в 2011 г.

Введение. Разработка опытных образцов комплекса автоматического биомониторинга водных сред была произведена в рамках госбюджетной тематики Морского гидрофизического института НАН Украины по инновационному проекту "Разработка и создание автоматического биоэлектронного комплекса раннего обнаружения отравляющих загрязнений пресных и морских вод" (шифр "Биостраж") по Распоряжению Президиума НАН Украины от 25.02.11 № 129 и согласно Постановлению Бюро Президиума НАН Украины от 05.02.10 № 19.

При создании комплекса использован научно-технический задел по разработке технических и программных средств автоматического мониторинга водных сред, полученный в Карадагском природном заповеднике НАН Украины по исследованию поведения моллюсков (мидий) и при выполнении поисковой темы "Экогидроконтроль" в МГИ НАН Украины в 2005 – 2011 гг. [1, 2].

В результате выполнения работ по созданию комплексов «Биостраж» в 2011 году были проведены:

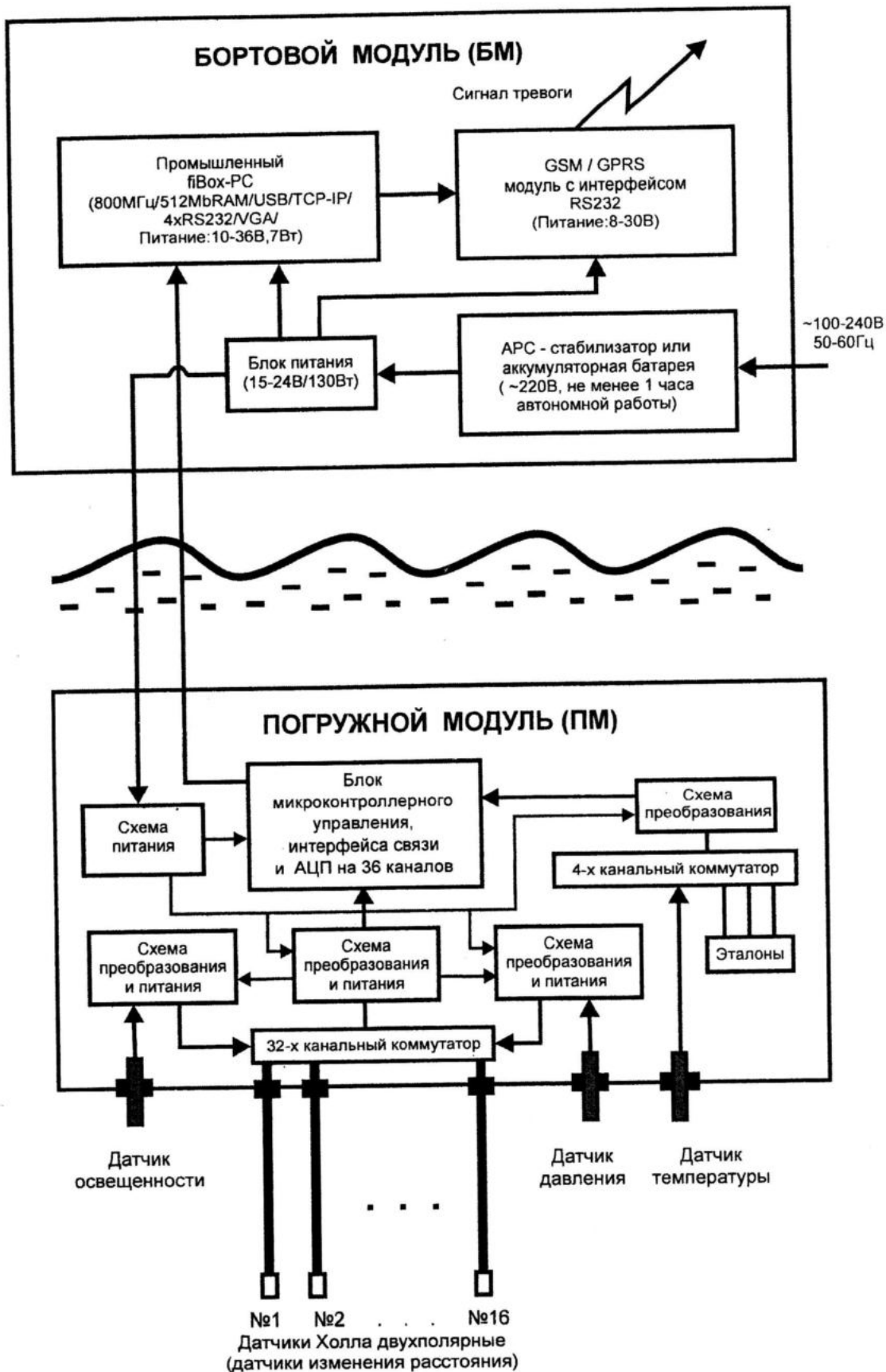
- разработка конструкторской документации и изготовление двух опытных образцов (зав. № 001 и зав. № 002);
- разработка эксплуатационной документации;
- создание методического, алгоритмического, программного и метрологического обеспечения;
- разработка технических условий, программы и методики Государственной метрологической аттестации, инструкции по проверке комплекса;
- Государственная метрологическая аттестация двух комплектов опытных образцов, выполненная государственным предприятием «Севастопольский научно-производственный центр стандартизации, метрологии и сертификации» (ГП «Севастопольстандартметрология») в декабре 2011 г.

На рис. 1 представлена общая структурная схема комплекса.

В зависимости от режима эксплуатации измерительный комплекс может быть использован как в автономном, автономно-телеметрическом режиме, так и в телеметрическом режиме с GSM сигнализацией и без нее.

Основные результаты метрологической аттестации. В табл. 1 приведены градуировочные характеристики измерительных каналов температуры, гидростатического давления, освещенности, изменения расстояния между створками (в качестве примера для ИКИР № 01 и ИКИР № 16) комплекса «Биостраж» заводских номеров 001 и 002 соответственно.

На рис. 2 в качестве примера приведены фактические средние расхождения в показаниях рабочих эталонов и измерительных каналов комплексов «Биостраж» температуры (а), зав. № 001), гидростатического давления (б), зав. № 002), освещенности (в), зав. № 001) и изменения расстояния (г), зав. № 002).

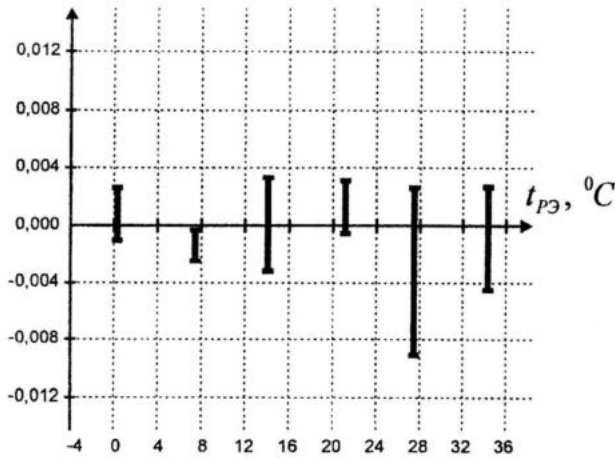


Р и с. 1. Общая структурная схема комплекса "Биостраж"

В табл. 2 представлены основные метрологические характеристики комплексов «Биоохрана» зав. № 001 и зав. № 002 по каждому измерительному каналу, полученные в результате государственной метрологической аттестации.

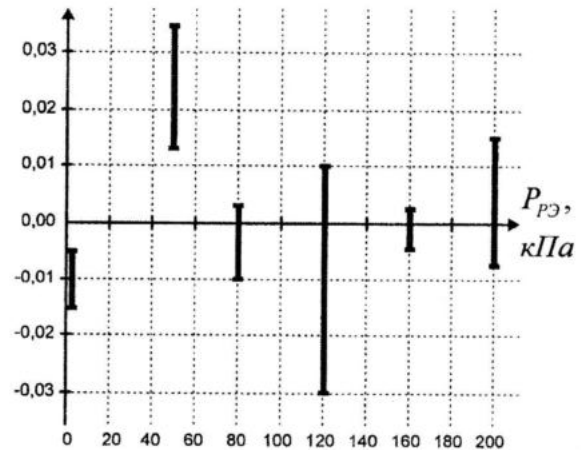
Оценка случайных составляющих погрешностей и полных погрешностей по всем каналам сделана при доверительной вероятности $p = 0,95$.

$$\Delta t_i = t_i - t_{PЭ}, \text{ } ^\circ\text{C}$$



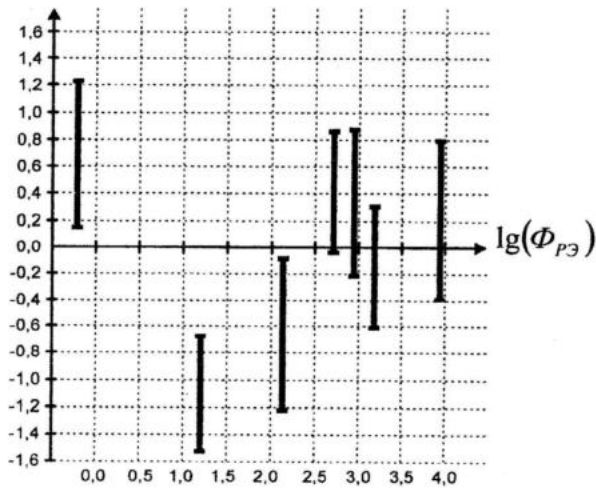
а)

$$\delta_p = \frac{P_i - P_{PЭ}}{P_{\max}} \cdot 100, \%$$



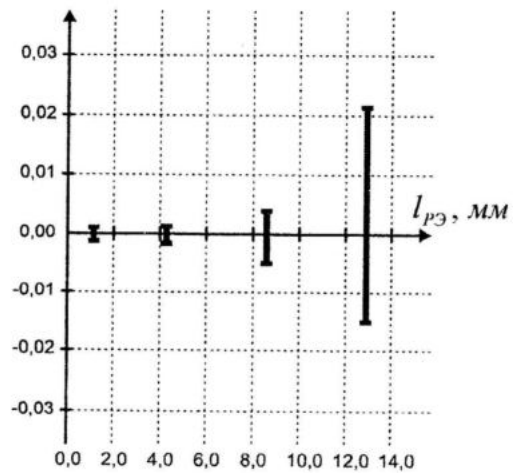
б)

$$\delta_{\Phi_i} = \frac{\Phi_i - \bar{\Phi}_{PЭ}}{\bar{\Phi}_{PЭ}} \cdot 100, \%$$



в)

$$\Delta l_i = l_i - l_{PЭ}, \text{ мм}$$



г)

Р и с. 2. Расхождения в показаниях измерительных каналов комплексов «Биоохрана» и рабочих эталонов: а) канал температуры комплекса зав. № 001; б) канал давления комплекса зав. № 002; в) канал освещенности комплекса зав. № 001; г) канал изменения расстояния комплекса зав. № 002

Таблица 1

Градуировочные характеристики каналов

Измеряемый параметр	Заводской номер комплекса	Градуировочные характеристики
1. Температура, °С	001	$t_{001} = 20341,0075 - 0,0747919838714 \cdot N_{t_1} + 1,02299056863813 \cdot 10^{-7} \cdot N_{t_1}^2 - 6,207847126877 \cdot 10^{-14} \cdot N_{t_1}^3 + 1,42053937033259 \cdot 10^{-20} \cdot N_{t_1}^4;$
	002	$t_{002} = -7260,91946 + 0,02697627825 \cdot N_{t_2} - 3,8398191395 \cdot 10^{-8} \cdot N_{t_2}^2 + 2,436851761764 \cdot 10^{-14} \cdot N_{t_2}^3 - 5,711360274271 \cdot 10^{-21} \cdot N_{t_2}^4;$
2. Гидростатическое давление, кПа	001	$P_{001} = -0,017016 + 1,16006854 \cdot 10^{-4} (N_{P_1} - N_{O1}) + 2,51187737 \cdot 10^{-12} (N_{P_1} - N_{O1})^2,$
	002	$P_{002} = -0,0528 + 1,4170256951 \cdot 10^{-4} (N_{P_2} - N_{O2}) - 1,098134833 \cdot 10^{-11} (N_{P_2} - N_{O2})^2,$ <p>где $N_{O1} = 1,2700296 \cdot 10^6$</p>
3. Освещенность, люкс	001	$(\Phi_{001})_{\downarrow} = 10^{(-1,85744+1,2676042 \cdot 10^{-5} \cdot N_{\Phi 1_{\downarrow}})} - \text{при уменьшении освещенности}$
		$(\Phi_{001})_{\uparrow} = 10^{(-1,8420+1,2526827 \cdot 10^{-5} \cdot N_{\Phi 1_{\uparrow}})} - \text{при увеличении освещенности};$
		$(\Phi_{001})_{\uparrow \downarrow} = 10^{(-1,8497+1,262216 \cdot 10^{-5} \cdot N_{\Phi 1_{\uparrow \downarrow}})} - \text{единая, при увеличении - уменьшении освещенности}$
	002	$(\Phi_{002})_{\downarrow} = 10^{(-1,83276+1,2038921 \cdot 10^{-5} \cdot N_{\Phi 2_{\downarrow}})} - \text{при уменьшении освещенности};$ $(\Phi_{002})_{\uparrow} = 10^{(-1,81555+1,1975452 \cdot 10^{-5} \cdot N_{\Phi 2_{\uparrow}})} - \text{при увеличении освещенности};$ $(\Phi_{002})_{\uparrow \downarrow} = 10^{(-1,82416+1,22007 \cdot 10^{-5} \cdot N_{\Phi 2_{\uparrow \downarrow}})} - \text{единая, при увеличении - уменьшении освещенности}$
4. Расстояние между створками, мм	001 (ИКИР № 01)	$l_{001} = (l_{001})_0 - (-216,421603534255 + 2,95187271024001 \cdot 10^{-4} \cdot N_{l_1} - 1,34714253938853 \cdot 10^{-10} \cdot N_{l_1}^2 + 2,0588416306343 \cdot 10^{-17} \cdot N_{l_1}^3)$
	002 (ИКИР № 16)	$l_{002} = (l_{002})_0 - (-222,616875274256 + 3,06598781256868 \cdot 10^{-4} \cdot N_{l_2} - 1,41321063911632 \cdot 10^{-10} \cdot N_{l_2}^2 + 2,18177362593385 \cdot 10^{-17} \cdot N_{l_2}^3)$

Сводная таблица метрологических характеристик комплексов «Биостраж»
согласно техническим условиям и государственной метрологической аттестации

Наименование измерительного канала	Заводской номер комплекса	Номер документа, подтверждающего требования и результаты аттестации	Диапазон измерений	Максимальное значение случайной погрешности	Максимальное значение основной погрешности измерений
ИК температуры, °С		1	-2 – 35	± 0,005	± 0,05
	001	2	-7,29 – 37,19	± 0,002	± 0,026
	002	3	-7,53 – 36,91	± 0,003	± 0,026
ИК гидростатического давления, кПа		1	0 – 200	± 0,1 %*	± 3 %*
	001	2	0 – 207	± 0,04 %*	± 2,0 %*
	002	3	0 – 200	± 0,04 %*	± 2,0 %*
ИК освещенности, люкс		1	1 – 10000	± 3 %**	± 10 %**
	001	2	1 – 10000	± 2,28 %**	± 7,93 %**
	002	3	1 – 10000	± 1,24 %**	± 7,8 %**
ИК измерения расстояния, мм		1	1 – 12	± 0,015	± 0,1
	001	2	1 – 12,7	± 0,013	± 0,032
	002	3	1 – 12,7	± 0,014	± 0,037

Примечания: 1) Номер документа: 1 – Технические условия УРИЕ. 414119.001 ТУ; 2 – Свидетельство о государственной метрологической аттестации №05/04-12-01-11 от 26.12.2011 г.; 3 – Свидетельство о государственной метрологической аттестации №05/04-12-02-11 от 26.12.2011 г.

2) * – приведенная относительная погрешность в процентах

$$\delta = \frac{\tilde{\Delta}x_i}{x_{\max}} \cdot 100\%.$$

3) ** – относительная погрешность в процентах $\delta = \frac{\tilde{\Delta}x_i}{x_i} \cdot 100\%.$

Заключение. По результатам государственной метрологической аттестации (протоколы 05/04-12-01-11 и 05/04-12-02-11 от 26 декабря 2011 г.),

комплексы «Биостраж» зав. № 001 и зав. № 002 признаны соответствующими требованиям документа УРИЕ. 414119.001 ТУ и пригодны к применению по назначению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трусевич В.В., Гайский П.В., Кузьмин К.А. Автоматизированный биомониторинг водной среды с использованием реакций двухстворчатых моллюсков // Морской гидрофизический журнал, 2010. – С. 75 – 83.
2. Гайский П.В. Электроника комплекса автоматического биомониторинга водной среды «Биостраж» // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2011. – Вып. 15. – С. 14 – 21.