

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКОЙ ПРИБРЕЖНОЙ СТАНЦИИ "БРИЗ-1"

*П.В. Гайский, А.В. Клименко,
В.И. Забурдаев, М.Н. Пеньков, А.Н. Греков*

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

В статье приводятся и анализируются результаты опытной эксплуатации морской прибрежной станции "Бриз-1", полученные в летне-осенний периоды 2008 и 2009 годов. Главное внимание при этом обращается на работоспособность выбранных технических решений, надежность сбора, хранения и выдачи информации. Одновременно по полученной информации произведена оценка естественной изменчивости гидрологических процессов в области постановки станции (океанографическая платформа на экспериментальном полигоне МГИ НАН Украины в поселке Кацивели).

Введение. Морская прибрежная станция (МПС) "Бриз-1" [1] разработана и изготовлена в Морском гидрофизическом институте НАН Украины совместно с НТК "Океан-МГИ" по заказу Гидрометеослужбы Украины. Государственные испытания комплекса оборудования для МПС были успешно завершены в 2007 году и 2 комплекта оборудования МПС были переданы заказчику. В летне-осенний период 2008 года комплект МПС № 02 был впервые поставлен на опытную эксплуатацию на платформе экспериментального отделения МГИ НАН Украины в поселке Кацивели (Крым) сроком на 11 суток. В течение этого времени производилась проверка функционирования комплекса в реальных морских условиях и одновременно вводилась в действие разработанная Мартыновым М.В. (МГИ НАН Украины) система беспроводной передачи информации с бортового блока МПС в береговой через центральный узел приема-передачи с последующей отправкой информации через Интернет в пункт сбора информации в Севастополе (отдел автоматизации океанографических исследований МГИ НАН Украины).

Данная система передачи информации была отлажена, и в процессе работы станции в штатных условиях был получен первый массив гидрологической информации, позволивший оценить как работоспособность отдельных модулей, так и станции в целом. Наряду с подтверждением правильности выбранных технических решений, были обнаружены недостатки в системе электропитания МПС от энергетических источников самой платформы.

После анализа полученных результатов первого этапа опытной эксплуатации были произведены доработки в системе электропитания, и в летне-осенний период 2009 г. был проведен второй этап. В настоящей статье описываются результаты опытной эксплуатации станции в 2008 и 2009 годах.

Схема постановки и состав МПС, методика измерений, передачи и обработки информации. Функционально-структурная схема постановки станции представлена на рисунке 1. В период работы в 2008 и 2009 годах МПС в основном использовалась в автономном стационарном режиме для длительных измерений на глубине 15 м (2008 г.) и 10 м (2009 г.), а также в режиме зондирования с помощью лебедки с поверхности до дна в моменты профилактических осмотров состояния погружного блока станции, а также с целью получения информации о распределении измеряемых гидрологических и гидрохимических элементов по глубине. При этом, как правило, информация регистрировалась как при погружении БП, так и при подъеме. Особенно полезной такая методика работы оказалась для проверки работоспособности измерителя параметров волн. В 2008 г. было обнаружено, что при погружении и подъеме ИПВ выдает информацию об увеличении или уменьшении расстояния БП до поверхности ступенчато с дискретностью по времени около 10 секунд, вместо того, чтобы давать отсчеты с частотой 5 Гц, как было заложено в программном обеспечении МПС. В результате анализа информации, полученной в 2008 г., была найдена причина сбоя, вызванная недостаточной мощностью источника электропитания для погружного устройства. Перед постановкой станции в 2009 г. исправная работа ИПВ была восстановлена.

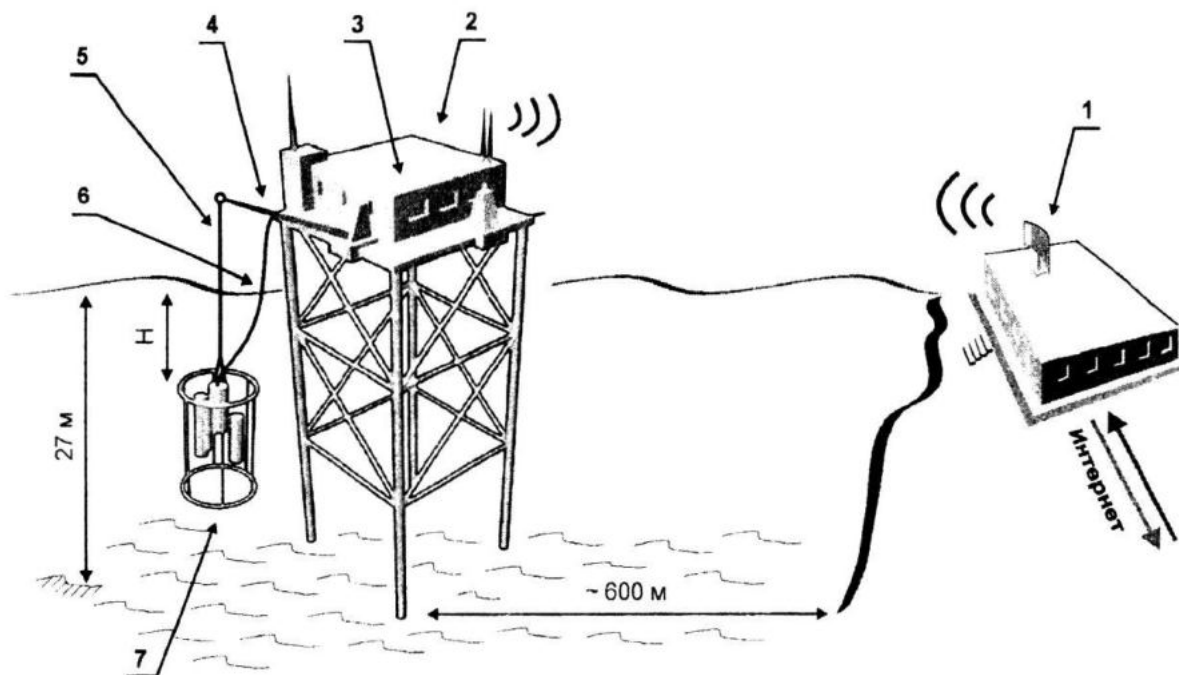


Рисунок 1 – Функционально-структурная схема постановки станции

- 1 – береговой узел приема-передачи информации; 2 – океанографическая платформа;
 3 – бортовой блок (внутри лаборатории); 4 – лебедка; 5 – силовой трос;
 6 – кабель связи и питания; 7 – погружной блок станции

Состав морской прибрежной станции и схема передачи информации показаны на рисунке 2. Береговой сервер с устройством приема-передачи и приемно-передающая

аппаратура, расположенная на платформе, в состав МПС не входят и являются штатным оборудованием экспериментального отделения МГИ НАНУ.

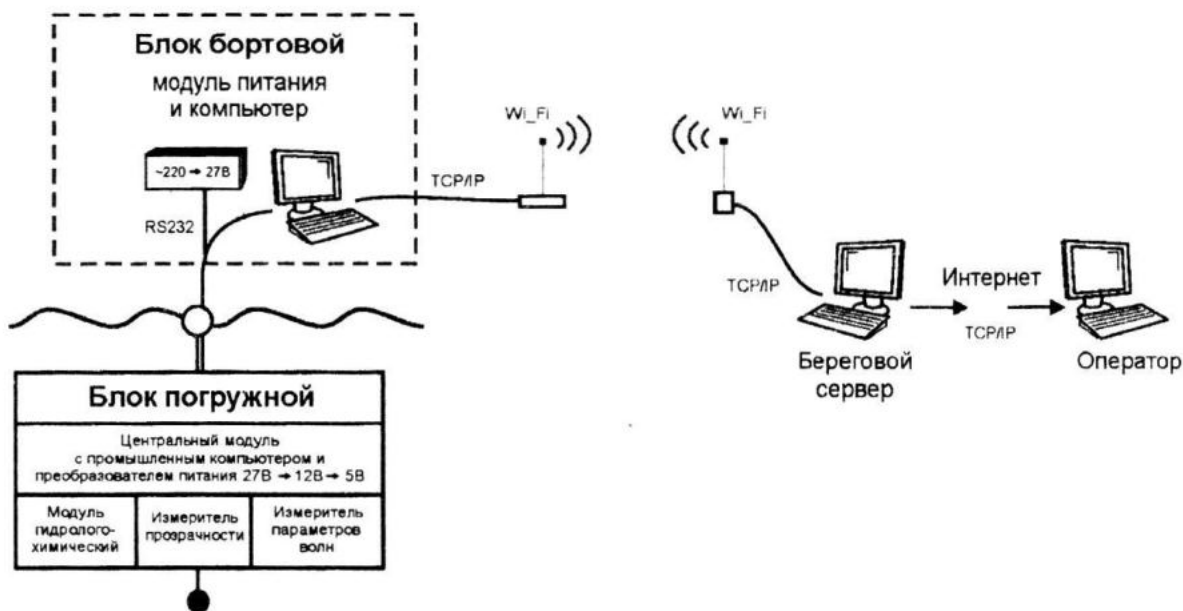


Рисунок 2 – Состав МПС и схема первичной регистрации и передачи измерительной информации станции

В состав станции входят:

– блок бортовой с источником питания погружного блока и компьютером, который используется для приема, накопления и передачи информации в линию связи (Интернет);

– блок погружной.

В блок погружной входят следующие узлы:

– рама для крепления центрального модуля и измерительных модулей;

– центральный модуль с расположенным в нем промышленным компьютером (ПрК) для управления, приема-передачи информации, а также преобразователи, стабилизаторы напряжения для питания ПрК (ПН-1) и питания измерительных модулей (ПН-2);

– модуль гидрологохимический (МГХ) с измерительными каналами гидростатического давления (ИКГД), температуры (ИКТ), относительной электрической проводимости (ИКОЭП), концентрации растворенного кислорода (ИККРК), показателя ионов водорода (ИКрН);

– измеритель прозрачности (ИП) в красном и синем участках видимого спектра;

– измеритель параметров поверхностного волнения (ИПВ).

Стандартное программное обеспечение МПС [2] позволяет рассчитывать первичные и вторичные физические параметры (температуру, электропроводимость, давление, концентрацию растворенного кислорода, показатель ионов водорода (рН), глубину, соленость, плотность, скорость звука, удельный объем, прозрачность, параметры поверхностного волнения). В качестве параметров поверхностного волнения стандартно вычисляются периоды и высота волн в диапазоне от 1 до 100 секунд на соответствующих экстремумах спектральной характеристики данных акустического волномера, определяющего расстояние до поверхности. В алгоритмах используются различные методы коррекции и градуировки измерительных каналов. Диалоговый интерфейс позволяет в наглядном численно-графическом виде обрабатывать, отображать и выводить полученные данные.

Программное обеспечение, реализованное для работы МПС на океанографической платформе, представляет из себя целый пакет программ, структурно-функциональная схема которого представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Структурная схема организации работы программного обеспечения для приема и обработки данных с МПС "Бриз-1" на океанографической платформе

Первоначально измерительная информация с измерительных модулей прибора систематизируется и собирается в единый кадр с помощью программного обеспечения промышленного компьютера центрального модуля погружного блока. Далее происходит (при необходимости) запись во встроенную память или передача на бортовой компьютер, который может работать в автономном автоматическом режиме регистрации, архивации и ретрансляции данных через Интернет на заданный адрес или в телеметрическом режиме регистрации, первичной обработки и численно-графического отображения результатов измерений для оператора. Окончательная автоматическая обработка больших объемов и наборов файлов измерительной информации для составления отчетности в виде графиков и массивов с целью анализа и передачи пользователю и в банк данных осуществляется программным обеспечением ПК вторичной обработки. В качестве исходной информа-

ции все программы используют первичную измерительную информацию, получаемую с центрального модуля погружного блока.

Оценка долговременной стабильности измерительных каналов и надежности передачи, приема и хранения информации. Показатели долговременной стабильности измерительных каналов давления, температуры и относительной электрической проводимости МГХ зав. № 02 оценивались по результатам текущих проверок в 2007 и 2009 годах, проводимых аттестованной метрологической службой МГИ НАН Украины до и после опытной эксплуатации МПС.

В таблицах 1–3 приведены даты градуировок, градуировочные характеристики и их отличия для разных значений отсчетов N_p , R_{ii} , N_{xi} по измерительным каналам гидростатического давления, температуры и относительной электропроводимости соответственно.

Таблица 1 – Градуировочные характеристики и уход показаний ИКГД за 17 месяцев

| Дата поверки | Градуировочная характеристика | Значения кода N_p | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | $4,7 \cdot 10^6$ | $8 \cdot 10^6$ | $12 \cdot 10^6$ | $16 \cdot 10^6$ |
| январь 2007 г. | $P = -139,88 + 5,21186 \cdot 10^{-5} \cdot N_p + 4,17784 \cdot 10^{-14} \cdot N_p^2$, кПа | 106,000 | 279,743 | 491,559 | 704,713 |
| май 2009 г. | $P = -136,04 + 5,16344 \cdot 10^{-5} \cdot N_p + 5,21439 \cdot 10^{-14} \cdot N_p^2$, кПа | 107,793 | 280,372 | 491,081 | 703,459 |
| Разница в показаниях | $\Delta P = P_{2009} - P_{2007}$, кПа | 1,793 | 0,629 | -0,478 | -1,254 |
| | $\Delta H = H_{2009} - H_{2007}$, м | 0,179 | 0,063 | -0,048 | -0,125 |
| Приведенная относительная погрешность | $\delta = \frac{\Delta P}{500} \cdot 100$, % | 0,36 | 0,12 | -0,10 | -0,25 |

Таблица 2 – Градуировочные характеристики и уход показаний ИКТ за 17 месяцев

| Дата поверки | Градуировочная характеристика | Значение сопротивления датчика температуры R_{ii} , Ом | | | | |
|--------------|--|--|--------|---------|---------|---------|
| | | 1000 | 1030 | 1060 | 1090 | 1120 |
| 19.02.2007 | Первый канал: $t_1 = -223,5361 + 1,63622 \cdot 10^{-1} \cdot R_{ii} + 8,20794 \cdot 10^{-5} \cdot R_{ii}^2 - 2,22735 \cdot 10^{-5} \cdot R_{ii}^3$, °C | -0,1082 | 7,7337 | 15,5995 | 23,4856 | 31,3883 |
| | Второй канал: $t_2 = -457,9766 + 8,20702 \cdot 10^{-1} \cdot R_{ii} - 5,30496 \cdot 10^{-4} \cdot R_{ii}^2 + 1,67715 \cdot 10^{-7} \cdot R_{ii}^3$, °C | -0,0556 | 7,8100 | 15,6535 | 23,5021 | 31,3830 |

Продолжение таблицы 2

| Дата поверки | Градуировочная характеристика | Значение сопротивления датчика температуры R_{it} , Ом | | | | |
|----------------------|--|--|---------|---------|---------|---------|
| | | 1000 | 1030 | 1060 | 1090 | 1120 |
| 27.05.2009 | Первый канал: $t_1 = -210,6875 + 1,2764 \cdot 10^{-1} \cdot R_{1t} + 1,15431 \cdot 10^{-4} \cdot R_{1t}^2 - 3,25176 \cdot 10^{-8} \cdot R_{1t}^3, \text{ } ^\circ\text{C}$ | -0,1341 | 7,7096 | 15,5802 | 23,4724 | 31,3811 |
| | Второй канал: $t_2 = -215,6096 + 1,43582 \cdot 10^{-1} \cdot R_{2t} + 9,94311 \cdot 10^{-5} \cdot R_{2t}^2 - 2,74088 \cdot 10^{-8} \cdot R_{2t}^3, \text{ } ^\circ\text{C}$ | -0,0053 | 7,8160 | 15,6638 | 23,5337 | 31,4212 |
| Разница в показаниях | По первому каналу: $(\Delta t)_1 = (t_1)_{2009} - (t_1)_{2007}, \text{ } ^\circ\text{C}$ | -0,0259 | -0,0241 | -0,0193 | -0,0132 | -0,0072 |
| | По второму каналу: $(\Delta t)_2 = (t_2)_{2009} - (t_2)_{2007}, \text{ } ^\circ\text{C}$ | 0,0503 | 0,0060 | 0,0103 | 0,0316 | 0,0382 |
| Средняя разница | | 0,0122 | -0,0090 | -0,0045 | 0,0092 | 0,0155 |

Таблица 3 – Градуировочные характеристики и уход показаний ИКОЭП

| Дата поверки | Градуировочная характеристика | Значение кода N_R | | | | |
|----------------------|--|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | 1000000 | 4582300 | 10523590 | 14741828 | 16000000 |
| 27.05.09 | $R_1 = 0,042535 + 8,712837 \cdot 10^{-8} \cdot N_R + 5,090819 \cdot 10^{-6} \cdot N_R^2$ | 0,1301724 | 0,452662 | 1,015804 | 1,435100 | 1,566914 |
| 23.10.09 | $R_2 = 0,04688 + 8,62630 \cdot 10^{-8} \cdot N_R + 5,519829 \cdot 10^{-16} \cdot N_R^2$ | 0,133692 | 0,453751 | 1,015804 | 1,43851 | 1,568392 |
| Разница в показаниях | $\Delta R = R_2 - R_1$ | 0,00352 | 0,00109 | 0,00000 | 0,00341 | 0,00148 |

В результате повторных градуировок установлено, что измерительные каналы гидростатического давления и температуры не вышли из пределов допустимой погрешности (± 2 кПа и $\pm 0,1$ $^\circ\text{C}$ соответственно) [3] за 17 месяцев, включая работу в море.

Измерительный канал относительной электрической проводимости, аттестованный перед установкой станции в море 27 мая 2009 года, был поверен после четырех месяцев работы в море. При этом было обнаружено обрастание датчика электрической проводимости баянусом как на токовых, так и на потенциальных электродах. Это могло изменить геометрическую константу датчика и привести к появлению по-

грешности $\Delta R = 0,00352$ вместо допустимой $\Delta R_{\text{доп}} = \pm 0,003$ [3]. Ранее проведенное исследование долговременной стабильности ИКОЭП в морской воде [4], но без обрастания датчика баянусом, показало, что в течение восьми месяцев погрешность не превысит $\Delta R = \pm 0,003$. Уменьшения влияния обрастания датчика баянусом можно достигнуть систематической чисткой датчика электрической проводимости в периоды профилактических осмотров БП станции через 20 – 25 суток.

Результаты проверки стабильности показаний измерительного канала показателя ионов водорода приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты поверки ИКрН

| Дата градуировки, поверки | Градуировочная характеристика | Значение кода N_{pH} | | | | |
|---------------------------|--|------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | | 0 | $4 \cdot 10^6$ | $8 \cdot 10^6$ | $12 \cdot 10^6$ | $16 \cdot 10^6$ |
| 27.05.2009 | $(pH)_1 = 6,2747 + 2,301 \cdot 10^{-7} \cdot N_{pH}$ | 6,2747 | 7,1951 | 8,1155 | 9,0359 | 9,9563 |
| 23.10.2009 | $(pH)_2 = 6,314 + 2,221 \cdot 10^{-7} \cdot N_{pH}$ | 6,3140 | 7,2024 | 8,0908 | 8,9792 | 9,8676 |
| Разница в показаниях | $\Delta pH = (pH)_2 - (pH)_1$, ед. рН | 0,0393 | 0,0073 | -0,0247 | -0,0567 | -0,0887 |

Максимальное расхождение за 5 месяцев, включая 4 месяца нахождения в море, разница в показаниях ИКрН не превышает $\Delta pH = -0,0887$ ед. рН при допуске значения погрешности $(\Delta pH)_{доп} = \pm 0,5$ ед. рН за три месяца [3]. Малая погрешность измерения достигнута за счет сужения диапазона измерения рН, необходимого для измерений в морской воде. Высокая стабильность работы ИКрН также была достигнута благодаря удачной конструкции

контейнера с раствором хлорида калия, обеспечившей непрерывную подачу этого раствора во вспомогательный электрод канала измерения рН в течение 5 месяцев.

Градуировка измерительного канала концентрации растворенного кислорода (ИККРК) производилась в пресной воде 29 мая 2009 г., в результате которой была получена следующая градуировочная характеристика

$$C_{p.k.} = 6,2212 \cdot 10^{-7} (N_{p.k.} - 10000) \cdot \exp \left[5860,2 \cdot \left(\frac{1}{273,15 + t_i} - \frac{1}{273,15 + t_{гр}} \right) \right], \quad (1)$$

где t_i – температура морской воды, °С;

$t_{гр} = 19,77$ °С – температура градуировки.

В этой градуировочной характеристике не учтено влияние солёности и гидростатического давления, которые значительно уменьшают величину насыщающей концентрации кислорода. По результатам первых двух месяцев работы станции в море

было внесено изменение в градуировочную характеристику, отслеживающее значения измеренных температуры и солёности (при этом поправка на давление не вносилась из-за ее малости).

Конечный вид градуировочной характеристики представлен формулой

$$C_{p.k.} = 6,2212 \cdot 10^{-7} (N_{p.k.} - 10000) \cdot \exp \left\{ \left[5860,2 \cdot \left(\frac{1}{273,15 + t_i} - \frac{1}{273,15 + t_{гр}} \right) \right] - 0,00351 \cdot S \right\}. \quad (2)$$

В таблице 5 приведены результаты измерений концентрации растворенного кислорода, полученные в дни профилактических осмотров станции.

Насыщенная концентрации кислорода $(C_{p.k.})_{нас}$ вычислялась по формуле Р.Ф. Вейса [5].

Таблица 5 – Значения концентрации кислорода в реальных морских условиях

| Дата | Глубина, м | Температура, °С | Солёность, S, епс | Концентрация кислорода, вычисленная по формулам: | | Насыщенная концентрация кислорода, $(C_{p.k.})_{нас}$, мл/л |
|----------|------------|-----------------|-------------------|--|--------------------------|--|
| | | | | (1) $p.k.$, мл/л | (2) $C_{p.k.}$, мл/л | |
| 10.06.09 | 0,5 – 0,8 | 21,4 | 17,1 | 5,90 | 5,556 | 5,60 |
| 19.06.09 | 0,5 – 0,8 | 21,8 | 17,6 | 5,95 | 5,593 | 5,56 |

| Дата | Глубина, м | Температура, °С | Соленость, S, епс | Концентрация кислорода, вычисленная по формулам: | | Насыщенная концентрация кислорода, $(C_{p,k})_{нас}$, мл/л |
|----------|------------|-----------------|-------------------|--|--------------------------|---|
| | | | | (1) $p_{k.}$, мл/л | (2) $C_{p,k.}$, мл/л | |
| 26.08.09 | 0,5–0,8 | 22,6 | 18,2 | 5,75 | 5,394 | 5,43 |
| 17.09.09 | 0,5–0,8 | 22,6 | 17,5 | 8,40 | 7,899 | 5,48 |
| 07.10.09 | 0,5–0,8 | 20,2 | 17,1 | 6,50 | 6,112 | 5,72 |

В течение первых двух месяцев показания ИККРК были близки к насыщенной концентрации солености и расхождения с формулой Р.Ф. Вейса не превышают $\pm(0,04)$ мл/л. Затем после 26.08.09 датчик кислорода вышел из строя в связи с разрывом полупроницаемой пленки (вероятнее всего из-за обрастания ее баянусами) и утечкой буферного раствора из рабочей полости датчика.

В процессе опытной эксплуатации в 2009 году использовался двухбазовый измеритель прозрачности ИП-1 в двух участках видимого спектра с длиной волны 468 нм (синий) и 625 нм (красный). Градуировка этого прибора была выполнена на воздухе по светофильтрам в мае 2009 г. и градуировочные характеристики имеют следующий вид

$$D_{ji} = C_0 + C_1 \cdot N_{ji}, \quad (3)$$

где D_{ji} – показатель ослабления, m^{-1} (lg);

$C_0 = -0,004475$; $C_1 = 1,02388$ – (длина волны 625 нм);

$C_0 = -6,95 \cdot 10^{-5}$; $C_1 = 1,02115$ – (длина волны 468 нм);

N_{ji} – показания ИП-1 в условных единицах.

Погрешность градуировки обоих каналов не превышала $0,0017 m^{-1}$ при допустимой погрешности измерений не более $0,1 m^{-1}$.

В период опытной эксплуатации отбирались пробы морской воды вблизи от места установки МПС, показатель ослабления которых измерялся в лабораторных условиях с помощью образцовой установки, после чего оценивалась разница в показаниях ИП-1 и образцовой установки. В результате этого было установлено, что погрешность показаний ИП-1 за трое суток непрерывной работы достигает $-0,079 m^{-1}$ и $-0,031 m^{-1}$ в красном и синем участках спектра соответственно. Это говорит о том, что погрешность может превзойти допустимое значение через 4–9 дней. Для обеспечения нормальной работы МПС с ИП-1 необходимо его калибровать через 4–9 дней. Более под-

робная информация по измерителю прозрачности ИП-1 приведена в работе [6].

Модуль ИПВ с частотой 5 Гц производит измерение текущей высоты водного столба H_{ac} над плоскостью акустического излучателя в соответствии с градуировочной характеристикой

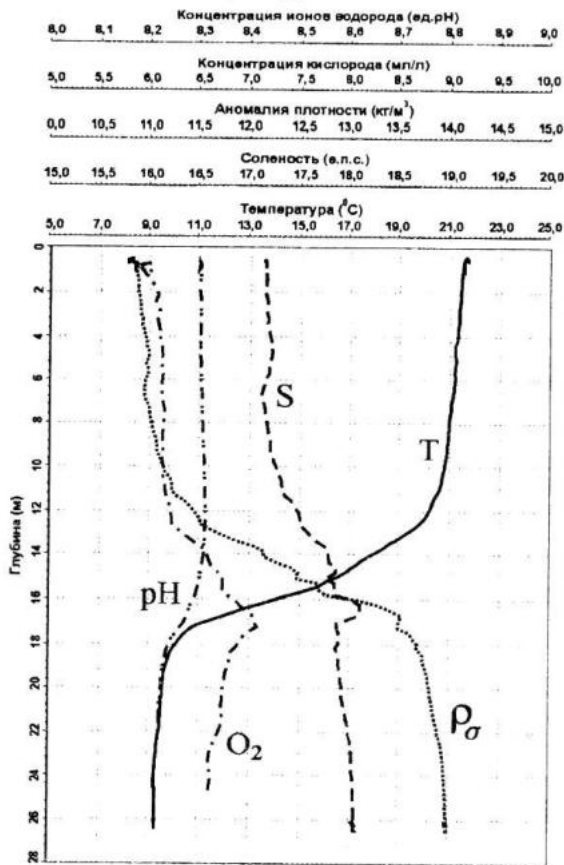
$$(H_{ac})_i = -0,24651 + 3,7653 \cdot 10^{-4} \cdot (N_{ипв})_i, \quad (4)$$

где $(N_{ипв})_i$ – цифровой отсчет, поступающий с модуля ИПВ.

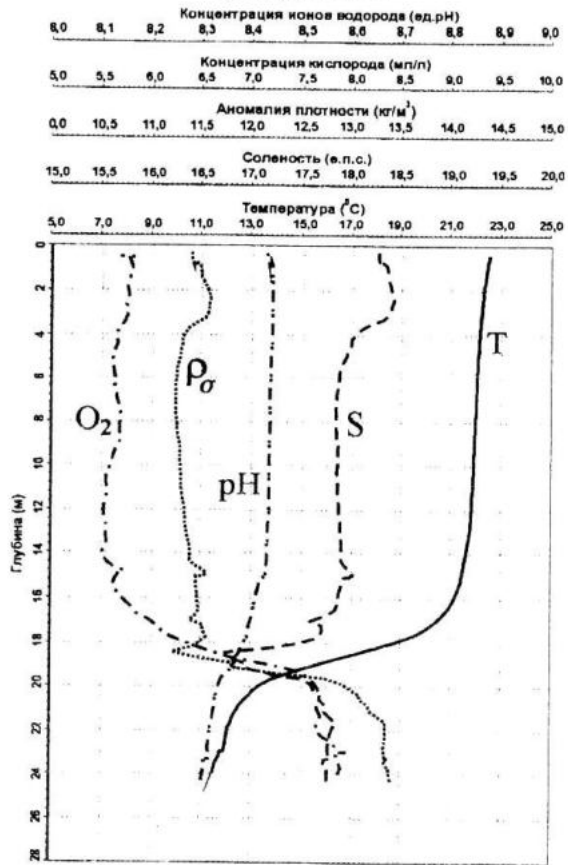
За время опытной эксплуатации в 2009 году поверка, произведенная после четырех месяцев, показала, что погрешность измерения среднего значения высоты столба жидкости над плоскостью акустического излучателя на глубинах 0–15 м не превышает $\Delta H = \pm 0,12$ м, что соответствует техническому заданию ($(\Delta H)_{дон} \leq 0,15$ м) за срок постановки три месяца (90 суток) [3].

Основные результаты опытной эксплуатации МПС. На рисунке 4 показаны кривые изменчивости гидрологических и гидрохимических параметров по глубине, полученные в процессе зондирования погружным блоком МПС в диапазоне 0–25 м (на рисунках обозначено: T – температура, S – соленость, ρ_a – аномалия плотности (σ_t), O_2 – кислород, pH – показатель ионов водорода). Запись производилась во время подъема БП с глубины на поверхность со скоростью $V \approx 0,25$ м/с. Хотя БП МПС не предназначен для зондирования, полученная информация дает хорошее представление о распределении гидрологических и химических элементов по глубине в районе постановки станции. Так на рисунках за 10.06.09 видно, что в этот день водная масса устойчива по глубине, а на рис. 4 за 26.08.09, 17.09.09 и 07.10.09 наблюдается неустойчивость (плотность вышележащих слоев оказывается выше, чем в нижележащих слоях). Возможно это вызвано сгонно-нагонными течениями в районе океанографической платформы, которые там часто наблюдаются.

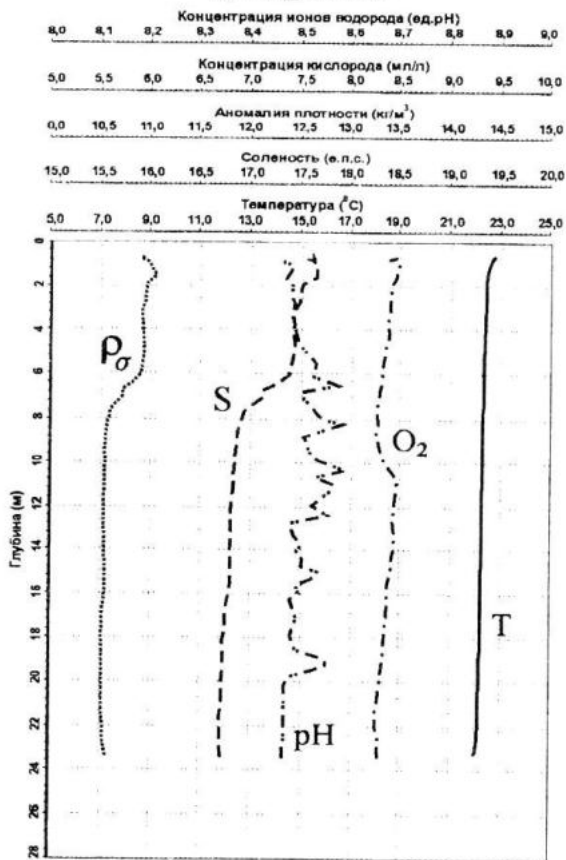
Дата_10/06/09
Время_08:37:15



Дата_26/08/09
Время_13:14:37



Дата_17/09/09
Время_16:14:28



Дата_07/10/09
Время_14:24:33

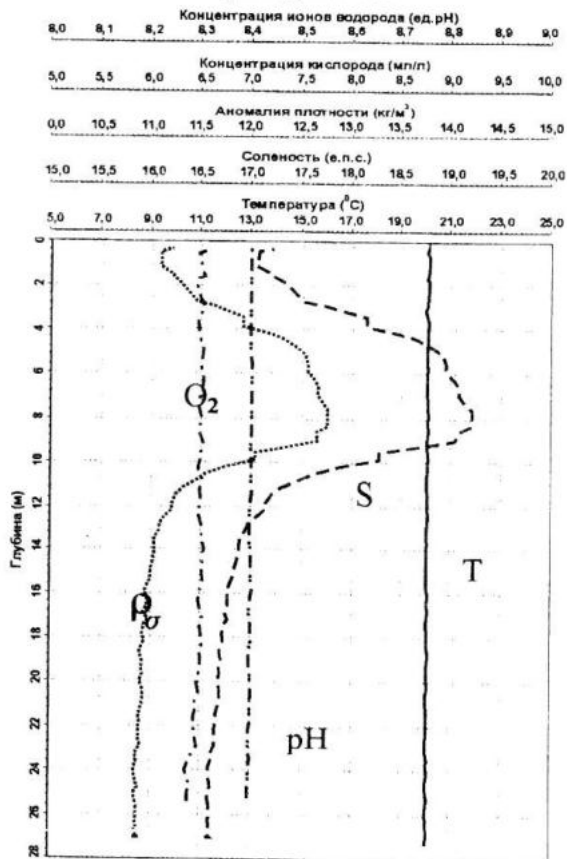


Рисунок 4 – Результаты зондирований, проведенных с помощью МПС на платформе

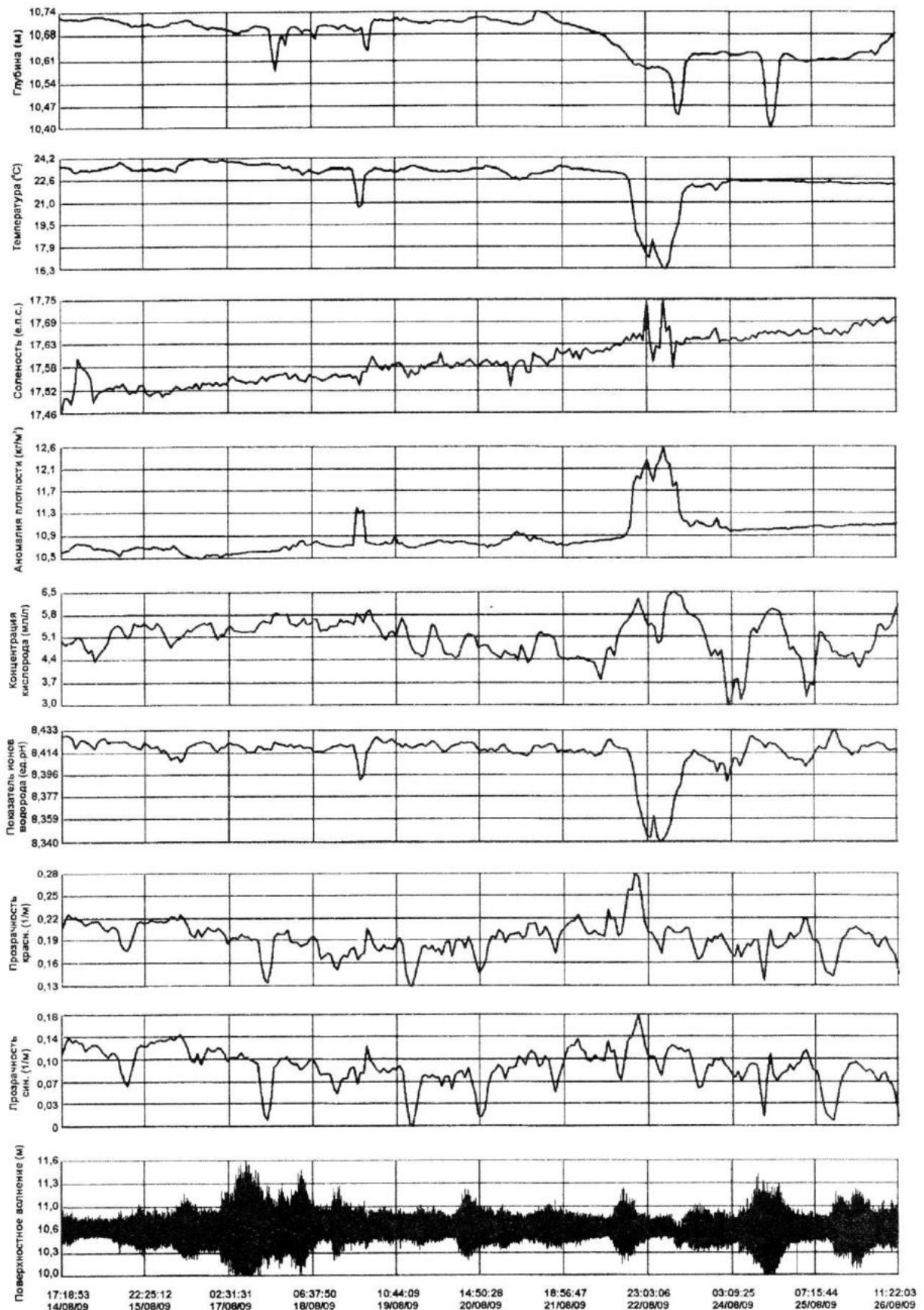


Рисунок 5 – Временная изменчивость гидрологических, гидрохимических и оптических параметров морской воды и волнения в период с 14.08.09 по 26.08.09

Результаты временной изменчивости гидрологических и гидрохимических параметров на глубине ($10 \pm 0,5$) м в течение времени с 14.08.09 по 26.08.09 показаны на рисунке 5 со скользящим осреднением информации за один час (за исключением волнения, измеряемого с частотой 5 Гц).

Нетрудно заметить, что температура воды за это время медленно понижалась, а соленость и плотность повышалась. Концентрация кислорода вначале повышалась (до 18.08.09), а затем стала опускаться. Показатель ионов водорода практически не менялся и соответствовал малощелочной среде. Показатель ослабления света в обоих участках спектра активно реагировал на дневную (обеденную) засветку (экран на ИП-1 еще не был поставлен). На приведенных кривых четко выделяются два участка: ночь 18.08.09 и (23-24).08.09, когда резко падала температура воды (на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 18.08.09 и на $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (23-24).08.09). Это привело к росту плотности, кислорода и падению рН. Показания солености в среднем не изменилась, но возникли знакопеременные импульсы, вызванные вероятнее всего динамической ошибкой измерителя температуры. Показатель ослабления света в синем и красном участках заметно поднялся из-за повышения мутности пришедшей воды. Вероятнее всего (23-24).08.09 наблюдался характерный для этих мест сгон воды, в силу чего возник подъем БП из-за возросшей скорости течения.

Что касается параметров волнения, измеренного ИПВ, подробная информация о методах расчета и полученных результатах приведена в работе [6].

В части конструктивного исполнения блоков МПС, следует отметить низкую защищенность модулей опытного образца погружного блока от коррозии и обрастания, включая кабельные соединения. В случае продолжения работ по созданию серийных образцов этому должно быть уделено особое внимание, включая замену материалов прочных корпусов на коррозионно-стойкие с применением противообрастающих покрытий. Особенно это касается также датчиков электропроводимости, растворенного кислорода и измерителя прозрачности.

Заключение. На основании проведенных этапов опытной эксплуатации комплекта оборудования для морской прибрежной станции в 2008 и 2009 годах уста-

новлено, что заложенные технические решения в измерители температуры, электрической проводимости, давления, концентрации растворенного кислорода, показателя ионов водорода и параметров поверхностного волнения отвечают требованиям общего технического задания. Созданное программное обеспечение позволяет управлять работой станции, собирать, накапливать, передавать и обрабатывать информацию в соответствии с международными стандартами.

Л и т е р а т у р а

1. Гайский В.А., Греков Н.А., Гайский П.В. и др. Морская прибрежная станция Бриз-1 // Системы контроля окружающей среды. Сб. науч. тр. НАН Украины, МГИ: – Севастополь, 2006. – С. 9–23.

2. Гайский П.В. Программное обеспечение комплекса оборудования для морской прибрежной станции "Бриз" // Системы контроля окружающей среды. Сб. науч. тр. НАН Украины, МГИ: – Севастополь, 2007. – С. 65–69.

3. Комплекс оборудования для морской гидрометеорологической прибрежной станции "БРИЗ". Формуляр. УРИЕ.416531.001 ФО. – 24 с.

4. Клименко А.В., Кузьмин К.А., Алексеев А.П., Забурдаев В.И. Результаты исследования метрологических характеристик измерителя относительной электропроводимости гидрологохимического модуля морской прибрежной станции // Системы контроля окружающей среды: сб. науч. тр. / НАН Украины. МГИ: – Севастополь, 2007. – С. 54–61.

5. Океанографические таблицы. Гидрометеониздат. Ленинград, 1975. – С. 286–292, 436.

6. Маньковский В.И., Маньковская Е.В., Пеньков М.Н. Опыт длительной постановки прозрачномера ИП-1 на морской прибрежной станции // Системы контроля окружающей среды. Сб. науч. тр. НАН Украины, МГИ: – Севастополь, 2009. – С. 37–41.

7. Гайский П.В. Методы и программное обеспечение обработки измерений поверхностного волнения акустического волномера морской прибрежной станции "Бриз-1" // Системы контроля окружающей среды. Сб. науч. тр. НАН Украины, МГИ: – Севастополь, 2009. – С. 107–117.