ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

# РЕКОМЕНДАЦИИ

Р
52.17.687–
2006

## УРОВЕНЬ МОРЯ

## Методика выполнения измерений преобразователем гидростатического давления «Прилив-2»

Нижний Новгород
2007

gost.e-ecolog.ru

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

# РЕКОМЕНДАЦИИ

Р
52.17.687–
2006

## УРОВЕНЬ МОРЯ

## Методика выполнения измерений преобразователем гидростатического давления «Прилив-2»

Нижний Новгород
2007

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Государственным учреждением «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ГУ «ААНИИ»)

2 РАЗРАБОТЧИКИ: В.М. Тимец канд. техн. наук, ст. науч. сотр. (руководитель темы), В.Э. Голавский

3 СОГЛАСОВАНЫ с ГУ «НПО «Тайфун», ГУ «ГОИН»

4 УТВЕРЖДЕНЫ директором ГУ «ААНИИ»

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ ГУ «НПО «Тайфун» за номером Р 52.17.687–2006

6 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

**Содержание**

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины и определения . . . . . 1
4 Нормы погрешности измерений . . . . . 3
5 Средства измерений и вспомогательные устройства . . . . . 3
6 Метод измерений . . . . . 3
7 Требования безопасности и квалификация операторов . . . . . 4
8 Условия измерений . . . . . 4
9 Подготовка к выполнению измерений . . . . . 4
10 Выполнение измерений . . . . . 7
11 Обработка и вычисления результатов измерений . . . . . 8
12 Контроль точности результатов измерений . . . . . 10
13 Оформление результатов измерений . . . . . 11
Приложение А (справочное) Состав пакета программ . . . . . 12
Приложение Б (справочное) Набор ареометров АМВ для морской воды . . . . . 14
Приложение В (справочное) Ускорение свободного падения . . . . . 16
Библиография . . . . . 18

# РЕКОМЕНДАЦИИ

## УРОВЕНЬ МОРЯ
## Методика выполнения измерений преобразователем гидростатического давления «Прилив-2»

Дата введения – 2007-09-01

### 1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на методику выполнения измерений (МВИ) уровня моря преобразователем гидростатического давления «Прилив-2» (далее – преобразователь), основанную на косвенном методе измерений.

### 2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 8.395–80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования

ГОСТ Р 8.563–96 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений

ГОСТ 12.0.004–90 Система стандартизации безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 18481-81 Ареометры и цилиндры стеклянные. Общие технические условия

ГССД 76–84 Таблицы стандартных справочных данных. Морская вода. Плотность в диапазонах температур минус 2...40°С, давлений 0...1000 бар и соленостей 0 ... 42

Примечание – Ссылки на остальные нормативные документы приведены в разделе 5.

### 3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

**уровенная поверхность:** Поверхность морей и океанов, нормальная к направлению силы тяжести.

**уровень моря:** Высота поверхности моря, свободная от влияния ветровых волн и зыби, измеряемая относительно условного горизонта.

**условный горизонт (нуль поста):** Условная, постоянная для данного уровенного поста, поверхность, от которой производится отсчет уровня моря.

**единый нуль постов моря**: Единая условная поверхность, от которой производится отсчет уровня моря на всех уровенных постах данного моря или ряда морей. За единый нуль постов в Балтийской системе высот (БС) на морях, имеющих связь с океанами, принят горизонт, лежащий на 5,000 м ниже нуля Кронштадского футштока.

**нуль Кронштадского футштока:** Средний уровень фиксирующий положение нулевой поверхности системы абсолютных отметок высот (БС).

Пример высотных положений условных поверхностей в соответствии с наставлением [1] представлен на рисунке 1.

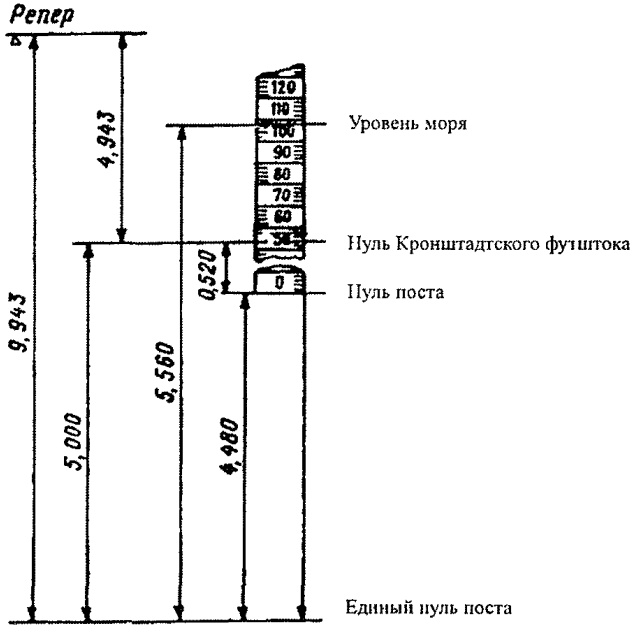



Рисунок 1 – Пример высотных положений условных поверхностей

## 4 Нормы погрешности измерений

4.1 Погрешности измерений уровня моря определяют в процессе применения МВИ.

4.2 Оценивание погрешности измерений уровня моря проводят методом непосредственного сличения результатов вычисления уровня моря в соответствии с настоящей МВИ с показаниями водомерной рейки или уровнемера.

4.3 При применении преобразователя гидростатического давления с диапазоном измерения от 0 до 1000 гПа и классом точности 0,25 при условии индивидуальной градуировки и внесения поправок на температуру и атмосферное давление предел допустимой абсолютной погрешности составляет ±2.5 см в диапазоне измерения уровня моря от 0,1 до 10,0 м.

## 5 Средства измерений и вспомогательные устройства

5.1 При выполнении измерений применяют:

– преобразователь «Прилив-2» по ТУ 25.11.1280.001–2001;

– рейка морская водомерная ГРУ-002-14 (ГМ-3) по ТУ 4312-002-2754137–2003 (далее – водомерная рейка);

– барометр рабочий сетевой БРС-1 по ТУ 6Г2.832.033–90;

– барометр-анероид контрольный М-67 по ТУ 25-04-1797–75 (при отсутствии БРС-1);

– ареометр АМВ для морской воды по ГОСТ 18481.

5.2 Средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

5.3 Водомерная рейка (уровенный пост) должны быть привязаны к реперам государственной нивелирной сети.

5.4 Допускается применять другие средства измерений, которые по метрологическим и техническим характеристикам не уступают указанным в 5.1.

## 6 Метод измерений

6.1 При реализации в МВИ косвенного метода измерений уровень моря определяют по результатам прямых измерений:

– гидростатического давления с помощью преобразователя;

– температуры воды с помощью датчика температуры преобразователя;

– атмосферного давления с помощью барометров;

– плотности воды с помощью ареометров;

– уровня моря с помощью водомерной рейки.

6.2 Допускается определять плотность морской воды в соответствии с ГСССД 76-84 по результатам измерений температуры и солености воды средствами измерений, обеспечивающими определение плотности с погрешностью, не уступающей погрешности ареометров.

## 7 Требования безопасности и квалификация операторов

Лица, привлекаемые к выполнению измерений должны:

– пройти обучение и инструктаж по технике безопасности в соответствии с ГОСТ 12.0.004;

– соблюдать правила техники безопасности [2];

– пройти обучение по работе с преобразователем;

– выполнять требования руководства по эксплуатации преобразователя – РЭ 25.11.1280.001.

## 8 Условия измерений

8.1 По МВИ гидростатическое давление и температуру воды измеряют на глубине постановки преобразователя в соответствии с техническими требованиями по его применению.

8.2 Измерение атмосферного давления производят в нормальных условиях по ГОСТ 8.395.

8.3 Значение уровня моря в момент постановки преобразователя измеряют в соответствии с наставлением [1] с помощью водомерной рейки на уровнемерном посту в рабочих условиях применения водомерной рейки.

## 9 Подготовка к выполнению измерений

Перед установкой преобразователя на горизонт измерений необходимо в соответствии с РЭ 25.11.1280.001:

– установить в персональный компьютер (ПК) программное обеспечение согласно приложению А;

– подключить преобразователь к ПК;

– снять корпус преобразователя и включить преобразователь;

– на ПК установить режим «Поверка и установка режима»; На экране монитора появится диалоговое окно в соответствии с рисунком 2;

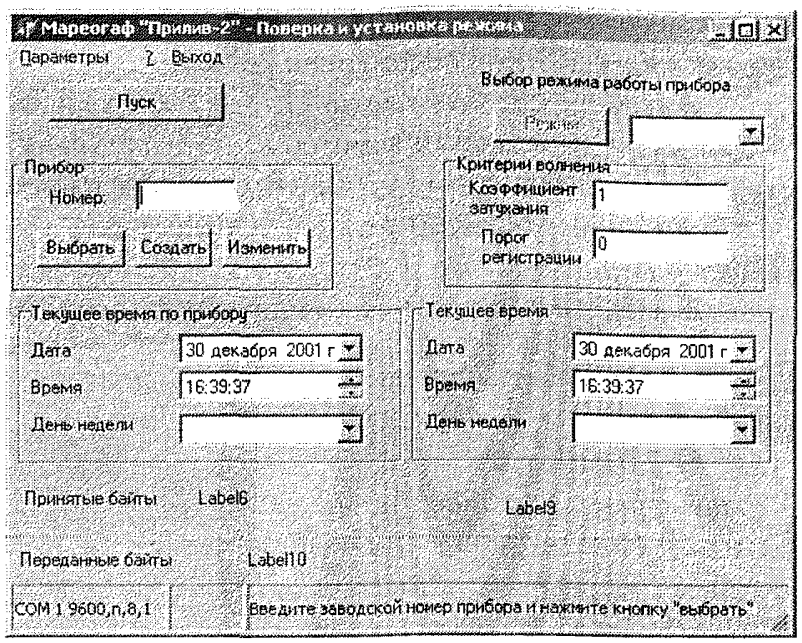



Рисунок 2 – Диалоговое окно «Поверка и установка режима». Пуск

– в диалоговом окне нажать кнопку «Пуск». Надпись «Пуск» изменится на надпись «Порт открыт» в соответствии с рисунком 3;

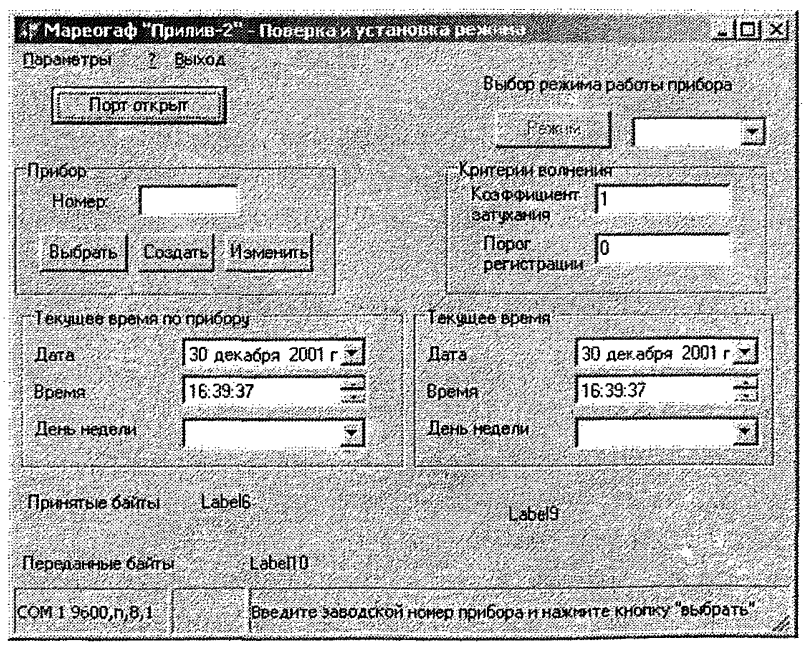



Рисунок 3 – Диалоговое окно «Поверка и установка режима». Порт открыт

– при подключенном преобразователе появится активное окно с предложением: «Синхронизация календаря прибора»;

– нажать кнопку «Да»;

– в окне «Номер» вписать номер преобразователя и нажать кнопку «Выбрать»;

– в окнах «Текущее время по прибору» и «Текущее время» произвести синхронизацию;

– нажать кнопку «Создать». На экране появится окно «Файл коэффициентов» в соответствии с рисунком 4;

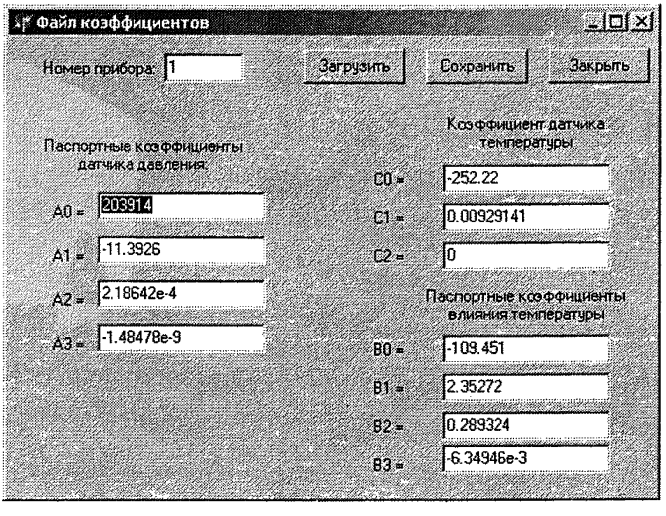



Рисунок 4 – Диалоговое окно «Файл коэффициентов»

– загрузить (сохранить) паспортные значения и закрыть окно;

– установить режим работы преобразователя;

– нажать кнопку «Режим» и выбрать режим работы преобразователя;

– повторно нажать кнопку «Режим» для установки выбранного режима;

– записать результат в файл выведенной на экран таблицы;

– закрыть программу и выключить ПК;

– вставить электронный блок в корпус преобразователя и загерметизировать его;

– включить ПК и проверить работу преобразователя по отсчетам на экране монитора ПК;

– выключить ПК.

## 10 Выполнение измерений

10.1 При выполнении измерений необходимо:

– установить преобразователь на горизонт измерений;

– подключить с помощью кабеля преобразователь к ПК;

– установить на ПК режим «Прием данных из памяти». На экране монитора появится диалоговое окно в соответствии с рисунком 5;

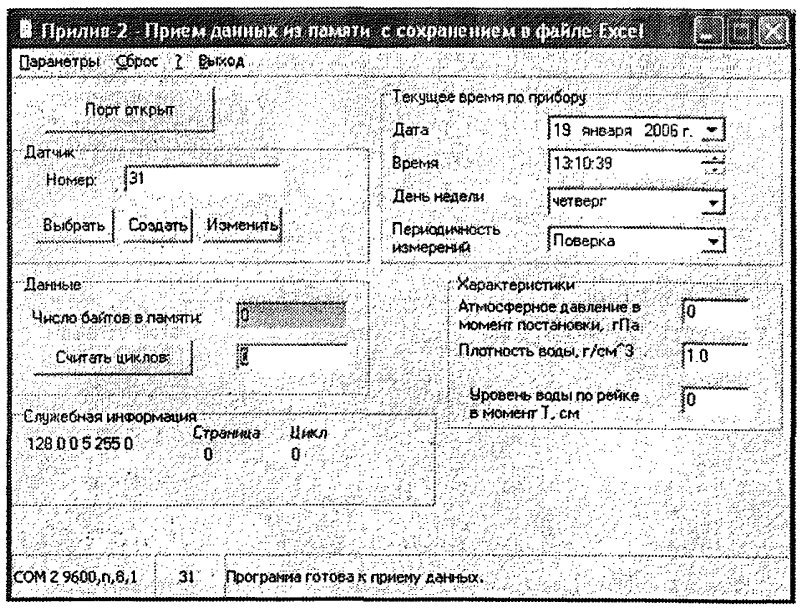



Рисунок 5 – Диалоговое окно «Прием данных из памяти»

– в диалоговом окне нажать кнопку «Пуск». Надпись «Пуск» изменится на надпись «Порт открыт»;

– в окне «Номер» вписать номер прибора и нажать кнопку «Выбрать»;

– измерить атмосферное давление и внести его значение в соответствующее окно;

– измерить ареометром плотность воды и внести ее значение в соответствующее окно;

– снять отсчеты значений уровня по водомерной рейке и внести его значение в соответствующее окно;

– в соответствии с разделом 11 произвести обработку и внести необходимые значения в программу обработки;

– перевести работу в автономный режим.

10.2 Для считывания информации необходимо:

– установить на ПК режим «Прием данных из памяти». На экране монитора появится диалоговое окно;

– в диалоговом окне нажать кнопку «Пуск». Надпись «Пуск» изменится на надпись «Порт открыт»;

– в окне «Номер» вписать номер прибора и нажать кнопку «Выбрать»;

– в окне «Считать циклов» указать число циклов. На экране появится таблица результатов измерений в соответствии с рисунком 6;

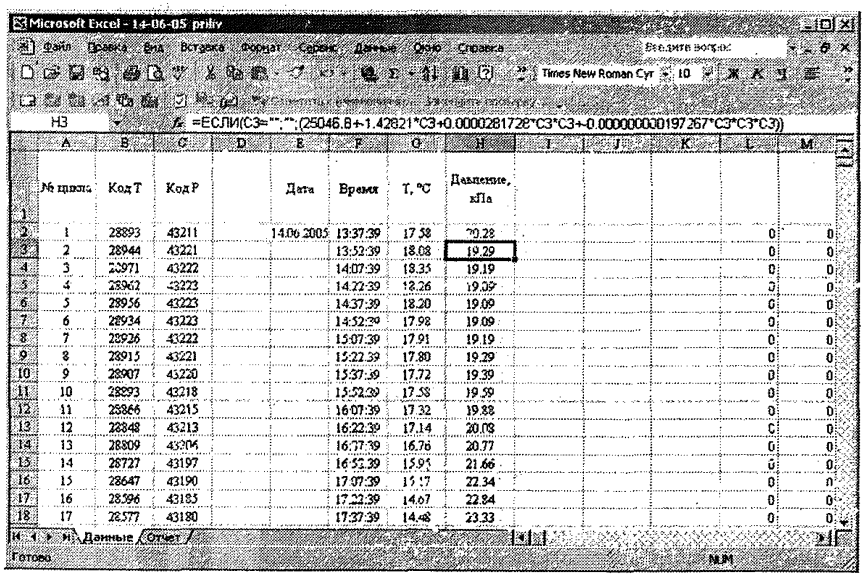



Рисунок 6 – Пример таблицы данных

– сохранить файл;

– выйти из программы.

## 11 Обработка и вычисления результатов измерений

11.1 По методике, приведенной в данном разделе и основанной на косвенном методе измерений, измеряют атмосферное давление на повер-

хности моря, гидростатическое давление и температуру на глубине постановки преобразователя и плотность воды. По результатам измерений вычисляют значение уровня моря.

11.2 Гидростатическое давление на глубине постановки преобразователя определяется по формуле

$$P = P_{a2} - P_{a1} * T_2 / T_1 + \rho g h, \qquad (1)$$

где P – гидростатическое давление на глубине постановки, гПа;

$P_{a2}$ – атмосферное давление на поверхности моря, гПа;

$P_{a1}$ – атмосферное давление в момент герметизации преобразователя, гПа;

$T_2$ – температура воздуха внутри корпуса преобразователя в момент измерения, К;

$T_1$ – температура воздуха внутри корпуса преобразователя в момент герметизации, К;

$\rho$ – плотность воды, кг/м$^3$ ;

g – ускорение свободного падения, м/с$^2$ ;

h – глубина постановки, м.

Атмосферное давление в момент герметизации преобразователя $P_{a1}$, приведенное в правой части уравнения (1), в соответствии с законом Шарля согласно справочнику [3] представляет значение давления воздуха внутри корпуса преобразователя в момент измерения уровня, которое частично или полностью компенсирует атмосферное давление в момент измерения уровня в зависимости от значений атмосферного давления и температуры воздуха в момент герметизации преобразователя. В момент герметизации давление воздуха внутри корпуса преобразователя равно атмосферному давлению при текущем значении температуры воздуха.

Значение атмосферного давления и температуры воздуха внутри корпуса преобразователя измеряется непосредственно преобразователем с помощью соответствующих датчиков.

В случае компенсации атмосферного давления давлением воздуха внутри корпуса преобразователя гидростатическое давление равно:

$$P = \rho g h. \qquad (2)$$

Значение плотности морской воды может быть измерено с помощью ареометров АМВ, технические характеристики которых представлены в приложении Б.

Значение ускорения свободного падения зависит от широты места и в случае необходимости может быть получено по формуле В.1 или таблице В.1 (приложение В). В программе расчета уровня значение ускорения свободного падения принято равным 9.81 м/с$^2$.

11.3 Гидростатическое давление, измеренное в момент постановки преобразователя, следует привязать к измеренным значениям уровня моря по водомерной рейке и по результатам измерений уровня, не менее чем в пяти точках диапазона измерений, определить с помощью программы Microsoft Excel линейную или в виде полинома 2-й степени зависимость:

$$h = F(H), \qquad (3)$$

где h – глубина постановки, вычисленная по формуле (1), м;

H – значение уровня моря по водомерной рейке, м.

11.4 Вычисление уровня по формулам (1) – (3) производится по программе обработки с помощью ПК.

## 12 Контроль точности результатов измерений

12.1 При проведении операции привязки погрешность измерений уровня определить по результатам одновременных 11 отсчетов показаний рейки, атмосферного давления, температуры и гидростатического давления по преобразователю.

Погрешность измерения δH с доверительной вероятностью 0,95 определяется по формуле

$$\delta H = 2[\Sigma(h_i - H_i)^2 /(n-1)]^{1/2}, \qquad (4)$$

где $h_i$ – вычисленное по формуле (1) i-е значение уровня, м;

$H_i$ – измеренное по водомерной рейке i-е значение уровня, м;

n – число одновременных измерений.

12.2 Контроль точности производить еженедельно путем сличения показаний преобразователя с показаниями водомерной рейки в один из стандартных сроков наблюдений при наличии наблюдателя на посту или эпизодически, если на посту нет наблюдателя.

12.3 Значение погрешности измерений уточняется по результатам

всех контрольных измерений после прекращения работы преобразователя.

## 13 Оформление результатов измерений

13.1 Результаты измерений регистрируются ПК. При наличии наблюдателя вычисленные значения уровня снимаются в стандартные сроки наблюдений и регистрируются в установленном порядке.

## Приложение А
(справочное)

## Состав пакета программ

А.1 Состав пакета программ

А.1.1 Программа «Поверка и установка режима»(исполняемый модуль regim.exe) предназначена для синхронизации часов преобразователя по компьютеру, установки режима работы и поверки преобразователя.

А.1.2 Программа «Прием данных из памяти» (исполняемый файл memory.exe) предназначена для чтения данных из памяти. В результате работы программы данные, накопленные в преобразователе в процессе измерений, пересчитываются в физические величины и сохраняются в виде таблицы Excel.

А.2 Требования к компьютеру

Программа предназначена для работы в операционной среде Windows 95, Windows 98 или Windows XP.

А.3 Установка программ на компьютер

В комплект поставки прибора входит CD-диск с программами для преобразователя.

Для установки программ необходимо на установочном диске открыть папку «DISK1» и запустить программу setup.exe. Программы будут установлены в рабочий каталог (по умолчанию) C:\ProgramFiles\AARII\ Priliv-2_Calendar\

А.4 Рабочие файлы

Для работы программ необходимы следующие файлы:

regim.exe, memory.exe – основные исполняемые модули;

PrilivN.ini – файл коэффициентов преобразователя, где N – заводской номер преобразователя.

В процессе работы в рабочем каталоге программой создается файл настроек пользователя General.iniIDH_3, содержащий настройки COM-порта.

Для хранения файлов данных в рабочей папке имеется папка «Data».

ВНИМАНИЕ! В программе разделителем целой и дробной части числа служит точка (если поставить запятую, то расчеты производиться не будут, а в таблицу Excel будут выдаваться нулевые значения).

Проверьте, какой разделитель установлен в Вашем компьютере.

Для этого надо войти в главное меню компьютера, в папке «Панель управления» открыть меню «Язык и региональные стандарты», на вкладке «Региональные параметры» нажать кнопку «Настройка», установить в качестве разделителя целой и дробной части числа точку, нажать кнопку «Применить» и закрыть «Панель управления».

## Приложение Б
(справочное)

### Набор ареометров АМВ для морской воды

Ареометры АМВ для морской воды выпускаются по ГОСТ 18481 и применяются для определения плотности морской воды в единицах относительной плотности (далее – ед. отн. пл.). Ареометры по ГОСТ 18481 выпускаются также в виде набора из 7 шт., которые перекрывают диапазон 1,000–1,036 ед. отн. пл. с разбиением на поддиапазоны через 6 ед. отн. пл. Значения поддиапазонов представлены в таблице Б.1.

Цена деления шкалы ареометра 0,0001 ед. отн. пл. Кроме того, в состав набора входит ареометр-искатель для первичного ориентировочного измерения с диапазоном 1,000–1,040 ед. отн. пл. и ценой деления шкалы 0,001 ед. отн. пл.

Расширенная погружная часть ареометра заполнена металлической дробью определенного веса и залита связывающим веществом. В верхней капиллярной трубке (диаметром 5–6 мм) находится градуированная шкала, значения плотности по которой увеличиваются сверху вниз. Измерения отсчитываются по нижнему мениску жидкости.

Калибровка шкалы проводится по образцовым ареометрам при температуре 20°С.

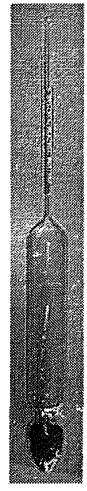


Рисунок Б.1 – Внешний вид ареометра АМВ

Рекомендуемый объем цилиндра для погружения ареометра не менее 250 мм$^3$. Внешний диаметр цилиндра 35 мм, высота 325 мм. При погружении ареометра расстояние от стенок и дна цилиндра до расширенной части ареометра должно быть не менее 25 мм.

Цилиндры выпускаются на стеклянном и пластиковом основаниях.

*Таблица Б.1 – Ареометры АМВ*

| Наименование | Диапазон, г/см$^3$ |
|---|---|
| Ареометр АМВ | 1,000–1,006 |
| Ареометр АМВ | 1,005–1,011 |
| Ареометр АМВ | 1,010–1,016 |
| Ареометр АМВ | 1,015–1,021 |
| Ареометр АМВ | 1,020–1,026 |
| Ареометр АМВ | 1,025–1,031 |
| Ареометр АМВ | 1,030–1,036 |

## Приложение В
(справочное)

## Ускорение свободного падения

Ускорение свободного падения – ускорение, сообщаемое свободной материальной точке силой тяжести. По определению 1 g = 9,80665 м/с$^2$.

Ускорение свободного падения на уровне моря может быть определено по формуле

$$g = 978{,}049\ (1 + 0{,}005288\ \sin^2\varphi - 0{,}000006\ \sin^2 2\ \varphi), \qquad (B.1)$$

где g – ускорение свободного падения, см/с$^2$;

φ – широта места, градус.

На широте Москвы на уровне моря g = 981,56 см/с$^2$.

Значение ускорения свободного падения в зависимости от широты места представлено в таблице В.1.

*Таблица В.1 – Ускорение свободного падения по широтам*

| Широта, градус | g, см/с$^2$ |
|---|---|
| **1** | **2** |
| 0 | 978,0300 |
| 5 | 978,0692 |
| 10 | 978,1855 |
| 15 | 978,3756 |
| 20 | 978,6337 |
| 25 | 978,9521 |
| 30 | 979,3213 |
| 35 | 979,7299 |
| 40 | 980,1659 |
| 45 | 980,6159 |
| 50 | 981,0663 |
| 55 | 981,5034 |
| 60 | 981,9141 |

*Продолжение таблицы В.1*

| Широта, градус | g, см/с$^2$ |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 65 | 982,2853 |
| 70 | 982,6061 |
| 75 | 982,8665 |
| 80 | 983,0257 |
| 85 | 983,1759 |
| 90 | 983,2360 |

## Библиография

[1] Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.9. Ч.1. Гидрологические наблюдения на морских береговых станциях и постах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

[2] Правила по технике безопасности при производстве гидрометеорологических работ. – Л., Гидрометеоиздат, 1970.

[3] Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. – 4-е изд., перераб. – М.: Наука, 1968.

**Ключевые слова:** уровень моря, методика выполнения измерений, преобразователь гидростатического давления

## Лист регистрации изменений

| Номер изменения | Номер страницы | | | | Номер документа (ОРН) | Подпись | Дата | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | измененной | замененной | новой | аннулированной | | | внесения изменений | введения изменений |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)**

**РЕКОМЕНДАЦИИ**
**Р 52.17.687–2006**

# УРОВЕНЬ МОРЯ

## Методика выполнения измерений преобразователем гидростатического давления «Прилив-2»

Подписано в печать10.10.2007г. Формат 60x84 1/16
Бумага писчая. Печать офсетная.
Тираж 100 экз.
Отпечатано в типографии ООО «Вектор-ТиС»
603105, г. Нижний Новгород, ул. Б. Панина, д. 3а, оф. 306, 322
Тел.: (8831) 218-51-36, 218-51-37
Факс: 218-77-40
E-mail: gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru