

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



А.Н. Пронин

М.п. «18» мая 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Зонды гидрологические SeaGuard RCM

Методика поверки
МП 2540-0050-2020

И.о. руководителя научно-исследовательской лаборатории
госэталонов в области аэрогидрофизических параметров

А.Ю. Левин

Руководитель научно-исследовательской лаборатории
госэталонов в области физико-химических свойств жидкостей

А.М. Смирнов

г. Санкт-Петербург
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на зонды гидрологические SeaGuard RCM (далее – зонды) предназначенные для измерений скорости водного потока, температуры воды, удельной электропроводности (далее – УЭП) воды, гидростатического давления, массовой концентрации растворенного в воде кислорода и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа величин измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3	+	+
Определение метрологических характеристик	7.4		
Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений скорости водного потока	7.4.1	+	+
Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений температуры воды	7.4.2	+	+
Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений удельной электропроводности воды	7.4.3	+	+
Проверка диапазона измерений и определение приведенной погрешности измерений гидростатического давления	7.4.4	+	+
Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода	7.4.5	+	+

1.2 При отрицательных результатах одной из операций, указанных в таблице 1, поверку прекращают.

2 Средства поверки

2.1 Перечень основных и вспомогательных средств поверки приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.4.1	Система гидрометрическая эталонная автоматизированная ГЭАС, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 46819-11, диапазон измерений скорости водного потока от 0,01 до 5 м/с, пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости водного потока $\pm 0,06$ %.

продолжение таблицы 2

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.4.2	Термометр сопротивления платиновые эталонный ПТС-10М, рег. №11804-99, диапазон измерений от -196 до 660,323 °С, 1-й разряд. Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, модификация МИТ 8.15, рег. № 19736-11. Термостат жидкостной серии 7000, модификация 7007, рег. № 40415-15, диапазон воспроизведения температур от -5 до +110 °С.
7.4.3	Рабочий эталон 1 разряда единицы удельной электрической проводимости жидкостей установка кондуктометрическая поверочная КПУ-1, рег. № 31468-06, диапазон измерений УЭП от 10^{-4} до 100 См/м, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(0,1+0,0005 \cdot \kappa/\kappa) \%$, где κ - ближайшее верхнее значение десятичного разряда интервала диапазона измерения, См/м; κ - измеряемое значение удельной электрической проводимости, См/м. Реактивы, средства измерений и вспомогательное оборудование в соответствии с Р 50.2.021 - 2002.
7.4.4	Манометр грузопоршневой МП, рег. № 52189-16, класс точности 0,005. Преобразователь давления измерительный СРТ6180, рег. № 58911-14, диапазон измерений от 0 до 1 МПа, относительная погрешность $\pm 0,005 \%$ в диапазоне от 0 до 0,5 МПа, $\pm 0,01 \%$ в диапазоне свыше 0,5 до 1 МПа. Устройство задания и поддержания давления, диапазон задаваемого абсолютного давления от 0 до 1 МПа.
7.4.5	СО состава искусственной газовой смеси на основе инертных и постоянных газов состава (O_2+N_2) ГСО 10531-2014. Реактивы, средства измерений и вспомогательное оборудование в соответствии с «Приложением Б» к настоящей методике поверки.

2.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или свидетельства об аттестации эталонов.

2.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К работе по поверке допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и имеющие подтвержденное действующим документом право проведения поверки средств измерений метеорологического назначения.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования:

- ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
- «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- общие правила техники безопасности, производственной санитарии, охраны окружающей среды, а также указаний по безопасности, изложенных в эксплуатационной документации поверяемых и используемых при поверке средств измерений и оборудования.

4.2 Поверка не относится к вредным и особо вредным условиям труда.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +30;
- атмосферное давление, гПа от 840 до 1067;
- относительная влажность воздуха, % от 40 до 80;

5.2 Условия эксплуатации применяемых средств поверки – в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

6 Подготовка к поверке

6.1 Проверить соответствие условий поверки требованиям п. 5.1 настоящей методики.

6.2 Перед выполнением операций поверки:

- сличить комплектность поверяемого зонда с данными, указанными в формуляре;

6.3 Подготовить к работе средства поверки и оборудование, указанные в таблице 2 настоящего документа, в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре убедиться в отсутствии повреждений корпуса зонда, в отсутствии повреждений кабелей и разъемов, при наличии которых зонд не может быть допущен к применению.

Результат внешнего осмотра считать удовлетворительным, если выполняются вышеперечисленные требования.

7.2 Опробование

Извлечь зонд из корпуса.

Включить зонд. Нажать кнопку включения питания на передней панели электронного модуля зонда.

Активировать главное меню на экране жидкокристаллического дисплея зонда, для этого нажать кнопку «Menu» в левом нижнем углу экрана. Выбрать «Administrative Tools». Выбрать «Sensor Monitor». В окне «AppSensorMonitor» выбрать датчики из списка и нажать кнопку «Start».

В окне «Start Monitoring» выбрать интервал обновления и нажать кнопку «Start». Откроется окно «Monitor», в котором выводятся значения измеряемых параметров. Убедиться в наличии индикации всех параметров.

Результаты считать положительными, если значения всех измеряемых параметров отображаются корректно.

7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Включить зонд. Нажать кнопку включения питания на передней панели электронного модуля зонда. Активировать главное меню на экране жидкокристаллического дисплея зонда, для этого нажать кнопку «Menu» в левом нижнем углу экрана. Выбрать «Administrative Tools». Выбрать «Info Monitor». В окне считать номер версии и наименование ПО.

Идентификационное наименование и номер версии ПО приведены в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	Seaguard Image
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 23

Результат проверки идентификационных данных ПО зонда считать положительным, если отображающиеся в окне идентификационные данные соответствуют данным таблицы 3.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Проверку диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений скорости водного потока выполнять в следующем порядке:

7.4.1.1 Проверку диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений скорости водного потока проводить методом измерений скоростей водного потока, воспроизводимых системой гидрометрической эталонной автоматизированной.

7.4.1.2 Установить зонд на самодвижущуюся платформу системы гидрометрической эталонной автоматизированной ГЭАС.

7.4.1.3 Последовательно задать с помощью управляющего компьютера пять значений скорости движения самодвижущейся платформы, равномерно распределенных по всему диапазону измерений.

7.4.1.4 На каждой заданной скорости снять показания скорости движения самодвижущейся платформы ($V_{\text{эт.}}$) и показания скорости водного потока, измеренных зондом ($V_{\text{изм.}}$).

7.4.1.5 Рассчитать абсолютную погрешность для всех заданных значений по формуле:

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}$$

7.4.1.6 Результаты проверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений скорости водного потока во всех выбранных точках не превышают: $\pm(0,01+0,01 \cdot V)$.

7.4.2 Проверку диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений температуры воды выполнять в следующем порядке:

7.4.2.1 Подготовить к работе термометр сопротивления платиновые эталонный ПТС-10М (далее – термометр ПТС-10М), измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 (далее – измеритель МИТ 8), термостат жидкостной серии 7000 (далее – термостат), в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.4.2.1 Погрузить корпус зонда в термостат, в непосредственной близости от датчика температуры воды зонда разместить термометр ПТС-10М.

7.4.2.2 Установить поочередно в жидкостном термостате пять значений температуры, равномерно распределенных в диапазоне измерений.

7.4.2.3 После выхода на режим, выдержать в каждой проверяемой точке зонд и термометр ПТС-10М в течение не менее 30 мин. Температура в термостате не должна изменяться более, чем на $0,01 \text{ }^\circ\text{C/мин}$.

7.4.2.4 На каждом установленном значении снять показания температуры эталонные, $T_{\text{эт.}}$, $^\circ\text{C}$, измеренные ПТС-10М с экрана МИТ 8 и поверяемого зонда $T_{\text{изм.}}$, $^\circ\text{C}$.

7.4.2.5 Определить абсолютную погрешность измерений температуры воды ΔT , $^\circ\text{C}$, по формуле:

$$\Delta T = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}$$

7.4.2.6 Результаты проверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений температуры воды во всех выбранных точках не превышают: $\pm 0,03 \text{ }^\circ\text{C}$.

7.4.3 Проверку диапазона измерений и определение погрешности измерений удельной электропроводности воды выполнять в следующем порядке:

7.4.3.1 Подготовить водные растворы КСl в соответствии с методикой приготовления растворов, приведенной в Р 50.2.021 – 2002.

7.4.3.2 Определение погрешности измерений УЭП воды проводить путем сравнения значений УЭП растворов, измеренных зондом, $\kappa_{\text{изм}}$, со значениями, измеренными установкой кондуктометрической поверочной КПУ-1, $\kappa_{\text{эт}}$. Измерения проводить при температуре анализируемой среды $25 \text{ }^\circ\text{C}$, в каждой точке проводить не менее трех измерений, при этом выдерживать зонд в каждом растворе не менее 60 минут.

7.4.3.3 Определить абсолютную погрешность измерений УЭП воды $\Delta \kappa$, См/м, по формуле:

$$\Delta \kappa = \kappa_{\text{изм}} - \kappa_{\text{эт}}$$

7.4.3.4 Определить относительную погрешность измерений УЭП воды, $\delta \kappa$ по формуле:

$$\delta\kappa = \frac{\kappa_{\text{изм}} - \kappa_{\text{эт}}}{\kappa_{\text{эт}}} \cdot 100 \%$$

7.4.3.5 Результаты считаются положительными, если значение: абсолютной погрешности измерений УЭП в диапазоне от 0,005 до 0,5 включ. См/м не превышает $\pm 0,001$ См/м; относительной погрешности измерений УЭП в диапазоне св. 0,5 до 7,5 См/м не превышает $\pm 0,2$ %.

7.4.4 Проверку диапазона измерений и определение приведенной погрешности измерений гидростатического давления выполнять в следующем порядке:

7.4.4.1 Для зонда с датчиком гидростатического давления модификации 4117А:

7.4.4.1.1 Соедините его штуцер с устройством задания и поддержания давления и преобразователем давления измерительным СРТ6180.

7.4.4.1.2 Устройство задания и поддержания давления задавайте пять значений абсолютного давления равномерно распределенных в диапазоне измерений, в прямом и обратном порядке следования.

7.4.4.1.3 На каждом задаваемом значении произведите измерения гидростатического давления зондом, $P_{\text{изм}}$, и преобразователем давления измерительным СРТ6180, $P_{\text{эт}}$.

7.4.4.1.4 Рассчитать приведенную погрешность для всех заданных значений гидростатического давления по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{д}}} \cdot 100 \%$$

где $P_{\text{д}}$ - диапазон измерений датчика гидростатического давления зонда.

7.4.4.2 Для зонда с датчиками гидростатического давления остальных модификаций:

7.4.4.2.1 Соединить штуцер датчика гидростатического давления зонда со штуцером грузопоршневого манометра МП, при этом упомянутые штуцеры должны находиться на одном уровне.

7.4.4.2.2 С помощью органов управления грузопоршневого манометра МП задайте пять значений гидростатического давления $P_{\text{эт}}$, равномерно распределенных в диапазоне измерений в прямом порядке следования.

7.4.4.2.3 На каждом задаваемом значении произведите измерения гидростатического давления зондом, $P_{\text{изм}}$.

7.4.4.2.4 С помощью органов управления грузопоршневого манометра задать пять значений гидростатического давления $P_{\text{эт}}$, равномерно распределенных в диапазоне измерений в обратном порядке следования.

7.4.4.2.5 На каждом задаваемом значении произведите измерения гидростатического давления зондом, $P_{\text{изм}}$.

7.4.4.2.6 Рассчитать приведенную погрешность для всех заданных значений гидростатического давления по формуле:

$$\gamma = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{д}}} \cdot 100 \%$$

где $P_{\text{д}}$ - диапазон измерений датчика гидростатического давления зонда.

7.4.4.2.7 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений гидростатического давления во всех выбранных точках не превышает:

$$\gamma \leq \pm 0,02 \%$$

7.4.5. Определение относительной погрешности измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода.

Определение относительной погрешности измерений растворенного в воде кислорода проводить путем сравнения значений растворенного в воде кислорода в контрольных растворах, приготовленных в соответствии с приложением А, измеренных зондом с расчетными значениями. В каждой точке проводят не менее трех независимых измерений.

Относительную погрешность измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода рассчитать для каждого измеренного значения по формуле:

$$\delta_{DO} = \frac{C_{\text{изм}} - C_0}{C_0} \cdot 100 \%$$

где

$C_{\text{изм}}$ – значение массовой концентрации растворенного в воде кислорода в контрольном растворе, измеренное зондом, мг/дм³;

C_0 – расчетное значение массовой концентрации растворенного в воде кислорода в контрольном растворе, мг/дм³

Результаты определения считать положительными, если значение относительной погрешности измерений массовой концентрации растворенного в воде кислорода не превышает $\pm 5 \%$

8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки на зонд оформляют Свидетельство о поверке в установленном порядке.

Знак поверки наносится на Свидетельство о поверке.

8.2 При отрицательных результатах поверки зонд бракуется и на него выдается Извещение о непригодности.

**Методика приготовления контрольных растворов
массовой концентрацией растворенного в воде кислорода.**

Средства измерений, вспомогательные устройства, реактивы и материалы.

- ГСО состава (O₂+N₂) ГСО 10531-2014
- Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (Per № 61806-15)
- термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д (Per № 46434-11)
- магнитная мешалка
- посуда мерная 2 класса точности ГОСТ 1770-74
- вода дистиллированная, ГОСТ 6709-72;

С помощью ГСО 10531-2014 готовят контрольные растворы с требуемой массовой концентрацией растворенного в воде кислорода. Требуемые ГСО указаны в таблице Б.1

Стакан объемом 0,5 см³ промывают и наполняют его примерно на три четверти от объема дистиллированной водой по ГОСТ 6709-72.

При помощи соединительной трубки к барботеру через редуктор подсоединяют баллон с ПГС. Расход газовой смеси визуально устанавливают 2...10 пузырьков в секунду.

В стакан опускают магнитную мешалку, термометр и закрывают стакан крышкой и устанавливают необходимую (так чтобы не образовывалась воронка) скорость перемешивания.

Насыщение воды газовой поверочной смесью производят не менее 30 минут.

Расчетное значение концентрацией растворенного кислорода в растворе рассчитывается по формуле Б.1. Растворы были термостатированы при температуре 25 °С, после чего проводились измерения растворенного в воде кислорода.

Относительная погрешность приготовленных растворов не превышает ±1,5 %.

Таблица Б.1.

№	Номинальное значение объемной доли O ₂ в азоте, Сн, %	Погрешность аттестованного значения ПГС, %, Δ, не более	Массовая концентрация растворенного кислорода в растворе, С, мг/дм ³ *
1	не более 1,0	0,01	0,4
2	не более 10	0,05	4
3	не более 50	0,15	14

* - при давлении 760 мм рт.ст., и температуре 25 °С

Расчетное значение концентрацией растворенного кислорода в растворе рассчитывается по формуле Б.1

$$C = \frac{X \cdot P_{\text{атм}}}{X_0 \cdot P_0} \cdot A \quad (\text{Б.1})$$

где:

$P_{\text{атм}}$ – атмосферной давление, кПа;

P_0 – нормальное давление, равное 101,3 кПа

X – значение объемной доли O₂ в ГСО, %

X_0 – относительное объемное содержание кислорода в стандартной атмосфере, равное 20,94%

A – растворимость (равновесная концентрация) кислорода (приложение В)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Значения равновесных концентраций А кислорода при насыщении воды атмосферным воздухом при нормальном атмосферном давлении 101,325 кПа (760 мм рт.ст.) в зависимости от температуры, мг/дм³

A \ t	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,0	14,62	14,58	14,54	14,50	14,46	14,42	14,38	14,34	14,30	14,26
1,0	14,22	14,18	14,14	14,10	14,06	14,02	13,98	13,94	13,90	13,87
2,0	13,83	13,79	13,75	13,72	13,68	13,64	13,60	13,57	13,53	13,49
3,0	13,46	13,42	13,39	13,35	13,32	13,28	13,24	13,21	13,17	13,14
4,0	13,11	13,07	13,04	13,00	12,97	12,93	12,90	12,87	12,83	12,80
5,0	12,77	12,74	12,70	12,67	12,64	12,61	12,57	12,54	12,51	12,48
6,0	12,45	12,41	12,38	12,35	12,32	12,29	12,26	12,23	12,20	12,17
7,0	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8,0	11,84	11,81	11,79	11,76	11,73	11,70	11,67	11,64	11,62	11,59
9,0	11,56	11,53	11,51	11,48	11,45	11,42	11,40	11,37	11,34	11,32
10,0	11,29	11,26	11,24	11,21	11,18	11,16	11,13	11,11	11,08	11,06
11,0	11,03	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,88	10,85	10,83	10,81
12,0	10,78	10,76	10,73	10,71	10,68	10,66	10,64	10,61	10,59	10,56
13,0	10,54	10,52	10,49	10,47	10,45	10,42	10,40	10,38	10,36	10,33
14,0	10,31	10,29	10,27	10,24	10,22	10,20	10,18	10,15	10,13	10,11
15,0	10,08	10,06	10,04	10,02	10,00	9,98	9,96	9,94	9,92	9,90
16,0	9,87	9,85	9,83	9,81	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69
17,0	9,66	9,64	9,62	9,60	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,49
18,0	9,47	9,45	9,43	9,41	9,39	9,37	9,36	9,34	9,32	9,30
19,0	9,28	9,26	9,24	9,22	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,11
20,0	9,09	9,08	9,06	9,04	9,02	9,01	8,99	8,97	8,95	8,93
21,0	8,91	8,89	8,87	8,86	8,85	8,83	8,81	8,80	8,78	8,76
22,0	8,74	8,73	8,71	8,69	8,68	8,66	8,64	8,63	8,61	8,60
23,0	8,58	8,56	8,55	8,53	8,51	8,50	8,48	8,47	8,45	8,43
24,0	8,42	8,40	8,39	8,37	8,36	8,34	8,32	8,31	8,29	8,28
25,0	8,26	8,25	8,23	8,22	8,20	8,19	8,17	8,16	8,14	8,13
26,0	8,11	8,10	8,08	8,07	8,05	8,04	8,02	8,01	7,99	7,98
27,0	7,97	7,95	7,94	7,92	7,91	7,89	7,88	7,87	7,85	7,84
28,0	7,83	7,81	7,80	7,78	7,77	7,76	7,74	7,73	7,71	7,70
29,0	7,69	7,67	7,66	7,65	7,63	7,62	7,61	7,59	7,58	7,57
30,0	7,56	7,54	7,53	7,52	7,50	7,49	7,48	7,46	7,45	7,44
31,0	7,44	7,44	7,43	7,42	7,41	7,39	7,38	7,37	7,36	7,35
32,0	7,33	7,32	7,31	7,30	7,29	7,28	7,26	7,25	7,24	7,23
33,0	7,22	7,21	7,19	7,18	7,17	7,16	7,15	7,14	7,13	7,11
34,0	7,10	7,09	7,08	7,07	7,06	7,05	7,04	7,03	7,01	7,00
35,0	6,99	6,98	6,97	6,96	6,95	6,94	6,93	6,92	6,90	6,89