

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



Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин

М.п. «20» декабря 2024 г.
КРУВЦОВ Е.П.
ДОВЕРЕННОСТЬ № 4.2025
от 30 декабря 2024

Государственная система обеспечения единства измерений

Зонды гидрологические DW

Методика поверки
МП 254-0240-2024

Руководитель лаборатории испытаний
в целях утверждения типа средств измерений
аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
П.К. Сергеев

И.о. руководителя
научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области
физико – химических свойств жидкостей
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
М.В. Беднова

Инженер 2 категории лаборатории испытаний
в целях утверждения типа средств измерений
аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
С.С. Чекалева

г. Санкт-Петербург
2024 г.

1 Общие положения

Данная методика поверки распространяется на Зонды гидрологические DW (далее – зонды) предназначены для измерений температуры, удельной электрической проводимости (далее – УЭП) и гидростатического давления воды.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость к следующим государственным первичным эталонам единиц величин:

ГЭТ 132-2018 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 27.12.2018 № 2771; ГЭТ 23-2010 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной Приказом Росстандарта № 2653 от 20.10.2022, ГЭТ 34-2020 и ГЭТ 35-2021 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – непосредственное сличение.

Зонды подлежат первичной и периодической поверке.

Методикой поверки предусмотрена поверка для меньшего числа измерительных каналов, с обязательным занесением данной информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование	да	да	8.4
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик	да	да	10
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки:

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +30;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

При этом не должны нарушаться требования к условиям эксплуатации (применения) средств измерений (эталонов), применяемых при проведении поверки.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и формуляр «Зонды гидрологические DW» (далее – формуляр), прилагаемые к зондам.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 %, с погрешностью не более ± 10 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84,0 до 106,0 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ кПа;	Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11
п. 10.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений температуры воды	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям, предъявляемым к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 в диапазоне значений от -5 °С до +36 °С Вспомогательные технические средства: Термостат жидкостной, диапазон поддержания температур от -5 °С до +36 °С, нестабильность поддержания заданной температуры, не более $\pm 0,1$ °С.	Термометры сопротивления платиновые эталонные ПТС-10М, рег. № 11804-99; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. № 19736-11

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной и относительной погрешности измерений УЭП	Эталоны единицы удельной электрической проводимости жидкостей и средства измерений, соответствующие требованиям, предъявляемым к эталонам не ниже 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.12.2018 г. № 2771 в диапазоне измерений от 0,02 до 7,5 См/м	Кондуктометр лабораторный КЛ-С-1, рег. № 46635-11 (далее – КЛ-С-1)
	Средства измерений температуры от +20,0 °С до +30,0 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,1$ °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 61806-15 (далее – термометр лабораторный)
	Вспомогательные средства: Калий хлористый химически чистый по ГОСТ 4234-77; Дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144-2018; Весы электронные лабораторные аналитические не ниже II класса точности по ГОСТ OIML R 76-1-2011; Термостат, диапазон воспроизводимых температур от +20 °С до +30 °С, допускаемое отклонение температуры в контрольной точке в установившемся тепловом режиме ± 1 °С; Посуда мерная стеклянная 2-го класса точности по ГОСТ 1770-74 и ГОСТ 29227-91; Ноутбук или персональный компьютер.	
п. 10.3 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений гидростатического давления	Эталоны единицы давления и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Росстандарта № 2653 от 20.10.2022, в диапазоне от 0 до 60 МПа, соотношение пределов допускаемой абсолютной погрешности при одном и том же значении давления не должно превышать 1:3	Манометр грузопоршневой МП, рег. № 52189-16.
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, и поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80;
- требования безопасности, изложенные в формуляре;
- в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие зондов следующим требованиям:

- корпус зонда, вспомогательное и дополнительное оборудование не должны иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество их работы;
- внешний вид зонда должен соответствовать внешнему виду, указанному в описании типа на СИ;
- соединения в разъемах питания зонда, вспомогательного и дополнительного оборудования должны быть надежными;
- маркировка зонда должна быть целой, четкой, хорошо читаемой;
- датчики должны быть надежно закреплены;
- комплектность СИ должна соответствовать описанию типа, технической документации (формуляру).

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения поверки.

8.1.1 При поверке должны быть проверены условия проведения поверки, указанные в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2.

8.2 Проверьте комплектность зонда.

8.3 Проверьте электропитание зонда.

8.4 Опробование

8.4.1 Подготовьте зонд к работе согласно формуляру.

8.4.2 При опробовании зонда устанавливается работоспособность в соответствии с формуляром.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификационные данные встроенного ПО «firmware» отображаются на мониторе ПК при установке соединения с зондом в левом нижнем углу программы. Идентификационные данные автономного ПО «DaowanCTD» отображаются при запуске программы во вкладке About.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	встроенное	автономное
Идентификационное наименование ПО	firmware	DaowanCTD
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.xx.xx ¹⁾	5.xx.x

¹⁾ Обозначения «x» не относятся к метрологически значимой части ПО

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

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений температуры воды

10.1.1 Подготовить к работе термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М (далее – термометр ПТС-10М), измеритель температуры многоканальный

прецизионный МИТ 8 (далее – измеритель МИТ 8), термостат жидкостной серии 7000 (далее – термостат).

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

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

10.1.4 После выхода на режим, выдержать в каждом установленном значении температуры зонд и термометр ПТС-10М в течение не менее 30 мин. Температура в термостате не должна изменяться более, чем на 0,01 °С/мин.

10.1.5 На каждом установленном в термостате значении температуры снять показания температуры эталонные, $t_{эти}$, °С, измеренные ПТС-10М с экрана МИТ 8 и поверяемого зонда $t_{измi}$, °С, в ПО «DaowanCTD».

10.1.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры воды Δt_i , °С, по формуле (1):

$$\Delta t_i = t_{измi} - t_{эти} \quad (1)$$

10.1.7 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений температуры воды во всех выбранных точках следующим условиям:

$$|\Delta t_i| \leq 0,01 \text{ °С.}$$

10.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной и относительной погрешности измерений УЭП

10.2.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной и относительной погрешности измерений УЭП проводить путем сравнения значений УЭП контрольных растворов хлористого калия, измеренных зондом, со значениями, измеренными на КЛ-С-1.

10.2.2 Измерения проводить для каждого контрольного раствора, термостатированного при номинальной температуре плюс 25 °С. Контроль температуры осуществляется термометром лабораторным. Контрольные растворы готовят в соответствии с п. 6 Р 50.2.021 – 2002 «Эталонные растворы удельной электрической проводимости жидкостей. Методика приготовления и первичной поверки» со следующими значениями УЭП:

– (0,030±0,005) См/м, (0,050±0,005) См/м и (0,080±0,005) См/м для проверки диапазона измерений УЭП от 0,02 до 0,1 См/м включ.;

– (0,6±0,1) См/м, (3,8±0,1) См/м и (6,7±0,1) См/м для проверки диапазона измерений УЭП св. 0,1 до 7,5 См/м включ.

10.2.3 Погрузить зонд в сосуд с контрольным раствором с наименьшим значением УЭП и заполнить этим же раствором первичный преобразователь КЛ-С-1. Зафиксировать показания зонда и показания КЛ-С-1. Промыть первичный преобразователь КЛ-С-1. Промыть дистиллированной водой зонд и просушить его.

10.2.4 Повторить процедуру для остальных контрольных растворов переходя от растворов с меньшим действительным значением УЭП к большим, соблюдая метод и порядок подачи, очистки и просушки зонда. В каждой точке проводить не менее трех независимых измерений.

10.2.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений УЭП, $\Delta \chi$, для каждого измеренного значения в диапазоне от 0,02 до 0,1 См/м включ. по формуле (2):

$$\Delta \chi = \chi_{изм} - \chi_0 \quad (2)$$

где $\chi_{\text{изм}}$ – значение УЭП, измеренное зондом, См/м;

χ_0 – значение УЭП, измеренное КЛ-С-1, См/м.

10.2.6 Рассчитать относительную погрешность измерений УЭП, δ_χ , для каждого измеренного значения в диапазоне св. 0,1 до 7,5 См/м по формуле (3):

$$\delta_\chi = \frac{\chi_{\text{изм}} - \chi_0}{\chi_0} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где $\chi_{\text{изм}}$ – значение УЭП, измеренное зондом, См/м;

χ_0 – значение УЭП, измеренное КЛ-С-1, См/м.

10.2.7 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие погрешности измерений УЭП во всех выбранных точках следующим условиям:

– значение абсолютной погрешности измерений УЭП в диапазоне от 0,02 до 0,1 См/м включ. не превышает:

$$|\Delta_\chi| \leq 0,02 \text{ См/м};$$

– значение относительной погрешности измерений УЭП в диапазоне св. 0,1 до 7,5 См/м не превышает:

$$|\Delta\delta_\chi| \leq 1 \ %.$$

10.3 Проверка диапазона измерений и определение приведенной погрешности измерений гидростатического давления

10.3.1 Проверку диапазона измерений и определение приведенной (к диапазону) погрешности измерений гидростатического давления проводить путем сравнения значений, заданных на грузопоршневом манометре, со значениями, измеренными зондом.

10.3.2 Соединить штуцер ИК гидростатического давления зонда со штуцером грузопоршневого манометра, при этом упомянутые штуцеры должны находиться в одной плоскости.

10.3.3 Последовательно задать значения давления на грузопоршневом манометре, равномерно распределенные по всему диапазону измерений. В каждой точке регистрировать значение давления, полученное на зонде. После достижения верхнего предела измерений давление на грузопоршневом манометре начать постепенно снижать и сравнивать значения, полученные на зонде со значениями на грузопоршневом манометре (обратный ход).

10.3.4 Приведенную погрешность измерений гидростатического давления рассчитать для каждого измеренного значения по формуле (4):

$$\gamma_P = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_d} \cdot 100 \% \quad (4)$$

где $P_{\text{изм}}$ – значение давления, измеренное зондом, МПа;

$P_{\text{эт}}$ – заданное значение давления, МПа;

P_d – верхний предел диапазона измерений, МПа.

10.3.5 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие приведенной погрешности измерений гидростатического давления во всех выбранных точках следующим условиям:

$$|\gamma_p| \leq 0,1 \, \%.$$

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в формуляр средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Протокол поверки оформляется по запросу.