

И. о. директора Восточно-Сибирского
филиала ФГУП «ВНИИФТРИ»

18

« 18 декабря 2023 г.

ЗОНДЫ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ROTRONIC HYGROCLIP HC2A-S

2023

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на зонды влажности и температуры Rotronic HygroClip HC2A-S, с заводскими номерами: 20162224, 20162282, 20162283, 20162284, 20162299, 20162316, 20162341, 20162423, 20162432, 20162463, 20162489, 20162494, 20162503, 20162504, 20162631, 20162642, 20162647, 20162658, 20162670, 20162719, 20525084, 20525105, 20525106, 20525107, 20525211, 20525219, 20525223, 20526387, 20526517, 20526527 (далее – зонды влажности, зонды), используемые в качестве средств измерений или в качестве рабочих 1-го разряда эталонов единицы относительной влажности газа в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2415 от 21 ноября 2023 г. (ГПС).

Методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Диапазон измерений	Доверительные границы абсолютной погрешности	
	при применении в качестве средства измерений	при применении в качестве рабочего эталона
относительной влажности: от 5 % до 98 %	$\pm 0,5 \%$	$\pm 0,5 \%$
температуры газовой среды: от +18 °C до +28 °C	$\pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$	-

1.2 Методика поверки обеспечивает прослеживаемость зондов влажности к государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-2020 в соответствии с ГПС. В методике поверки реализованы прямой метод измерений и метод сличения с помощью компаратора.

1.3 Методика поверки обеспечивает прослеживаемость зондов влажности к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 °C до 3000 °C (ГЭТ 34-2007) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта № 3253 от 23 декабря 2022 г. В методике поверки реализован метод непосредственного сличения.

1.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5 Методикой поверки предусмотрена возможность использования, как дополнения, Рекомендации МИ 3620-2019. Расчет-обоснование приведен в приложении А.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (подраздела) МП	Проведение операций	
		первичной поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений:			

- определение абсолютной погрешности зонда при измерении относительной влажности методом прямых измерений;	10.1		
- определение абсолютной погрешности зонда при измерении относительной влажности методом сличения с помощью компаратора;	10.2	да	да
- определение абсолютной погрешности зонда при измерении температуры;	10.3	да	да
- подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	10.4	да	да

2.2 Если при проведении очередной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность не более 80 % при температуре +35 °С, без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются работники юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации (далее - поверители), прошедшие инструктаж по технике безопасности, аттестованные в качестве поверителей СИ физико-химического состава и свойств веществ и СИ теплофизических и температурных измерений, изучившие настоящую методику поверки и техническую документацию на применяемые средства поверки и на поверяемый зонд.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 3 Контроль условий проведения поверки	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %. Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 19 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 90 до 110 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа.	Термогигрометры ИВА-6Н-Д, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 46434-11

Раздел 10 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы относительной влажности и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже вторичного по ГПС для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2415 от 21 ноября 2023 г. Диапазон воспроизводимой относительной влажности от 5 % до 98 %. Абсолютная погрешность относительной влажности, с учетом неопределенности метода передачи, не более $\pm 0,25$ %¹⁾. Диапазон температуры парогазовой смеси (температуры термостатирования) от 15 °С до 28 °С. Абсолютная погрешностей измерений температуры не более $\pm 0,1$ °С.	Государственный первичный эталон единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-2020. Гигрометр-компаратор относительной влажности из состава ГЭТ 151-2020. Диапазон относительной влажности от 5 % до 98 %, погрешность процедуры передачи единицы относительной влажности не более 0,05 %. Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, ГР № 19736-11, в комплекте с термометром сопротивления платиновым вибропрочным ПТСВ-2К-1, ГР № 23040-14 (из состава ГЭТ). Диапазон измерений температуры от минус 60 °С до плюс 60 °С, ПГ $\pm 0,005$ °С. Набор поверочный стационарный для средств измерений относительной влажности воздуха СПН 3.2¹⁾, регистрационный номер в реестре ФИФ ОЕИ 83834.21.ВЭ.00528041 Диапазон относительной влажности от 5 % до 98 %. Абсолютная погрешность относительной влажности не более $\pm 0,3$ %.
--	--	--

Примечание 1 – При поверке зондов влажности с использованием данных о нестабильности метрологических характеристик в соответствии с МИ 3620-2019, допускается применять вторичный эталон с пределами абсолютной погрешности относительной влажности не более $\pm 0,3$ %, например, СПН 3.2.

Примечание 2 - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

5.2 Применяемые при поверке средства измерений, входящие в состав ГЭТ 151-2020 и Набор поверочный стационарный для средств измерений относительной влажности воздуха СПН 3.2, должны быть поверены (калиброваны) и иметь действующие клейма или свидетельства о поверке (сертификаты калибровки).

5.3 Допускается, для инициализации результатов измерений зонда, применять персональный компьютер с установленным программным обеспечением Rotronic HW4 или гигрометр Rotronic модификации HygroPalm исполнения HP23-A (ГР № 64196-16).

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Во время подготовки и проведения поверки должны выполняться

- требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током согласно классу I по ГОСТ Р 12.1.019-2009; - указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталоны и средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве эксплуатации поверяемых СИ.
- помещение, в котором проводится поверка должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.
- при работе с баллонами под давлением должны соблюдаться действующие Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре зондов должно быть установлено:

- соответствие комплектности зонда требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие заводского номера на корпусе зонда указанному в эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых механических повреждений, способных оказать влияние на работоспособность зонда и его метрологические характеристики;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей и маркировки.

7.2 Зонды, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо подготовить поверяемый зонд и средства поверки в соответствии с указаниями, приведенными в их эксплуатационной документации.

8.2 Подключить зонд к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением Rotronic HW4 или к гигрометру Rotronic модификации HygroPalm исполнения HP23-A (ГР № 64196-16).

8.3 Провести опробование зонда в соответствии с эксплуатационной документацией

8.4 Результаты опробования считают положительными, если при выполнении операции по п. 8.3, функциональные отклики зонда соответствуют указанным в эксплуатационной документации.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Версия встроенного программного обеспечения зонда идентифицируется при активировании соответствующего пункта меню Device Info.

9.2 Результат проверки считается положительным, если номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение абсолютной погрешности зонда при измерении относительной влажности методом прямых измерений

Для определения абсолютной погрешности зонда при измерении относительной влажности методом прямых измерений, необходимо установить поверяемый зонд в порт рабочей камеры эталонного генератора в области положительных температур термостатирования, входящего в состав Государственного первичного эталона единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-2020 (далее ГЭТ 151), или в порт рабочей камеры генератора влажного газа MODEL 4000SP из состава СФН 3.2 (при выборе способа и параметров поверки в соответствии с МИ 3620-2019) На эталонном генераторе последовательно задать номинальные значения относительной влажности, %: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 98, при

температуре термостатирования ($23 \pm 0,3$) °С. Допускается отступать от указанных номинальных значений относительной влажности на значение, не превышающее $\pm 1,0$ %. Задание относительной влажности следует производить от меньших значений к большим. Каждый раз, после выхода эталонного генератора и поверяемого зонда на установившийся режим измерений*, произвести отсчет заданного эталонным генератором значения относительной влажности и значения, измеренного зондом. Рассчитать абсолютную погрешность измерений зонда по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{и}} - \varphi_{\text{э}}, \quad (1)$$

где: $\Delta\varphi$ - абсолютная погрешность зонда при измерении относительной влажности, %;

$\varphi_{\text{и}}$ - относительная влажность, измеренная зондом, %;

$\varphi_{\text{э}}$ - относительная влажность, заданная эталонным генератором, %.

Абсолютная погрешность зонда не должна превышать пределов:

$\pm 0,5$ % при всех номинальных значениях относительной влажности;

или $\pm 0,34$ % при всех номинальных значениях относительной влажности для случая поверки способом градуировки с подтверждением соответствия по нормам стабильности метрологических характеристик СИ, в соответствии с МИ 3620-2019.

10.2 Определение абсолютной погрешности зонда при измерении относительной влажности методом сличения с помощью компаратора

Для определения абсолютной погрешности зонда при измерении относительной влажности методом сличения с помощью компаратора, необходимо установить поверяемый зонд и первичный преобразователь гигрометра-компаратора относительной влажности из состава ГЭТ-151 в порт рабочей камеры генератора влажного газа MODEL 4000SP (из комплекта СПН 3.2).

На генераторе влажного газа MODEL 2000SP последовательно задать номинальные значения относительной влажности, %: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 98, при температуре термостатирования ($23 \pm 0,3$) $\pm$ °С. Допускается отступать от указанных номинальных значений относительной влажности на значение, не превышающее $\pm 1,0$ %. Задание относительной влажности следует производить от меньших значений к большим. Каждый раз, после выхода генератора, гигрометра-компаратора и поверяемого зонда на установившийся режим измерений*, произвести отсчет значений относительной влажности, измеренных гигрометром-компаратором и зондом. Рассчитать абсолютную погрешность измерений зонда по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{и}} - \varphi_{\text{э}}, \quad (2)$$

где: $\Delta\varphi$ - абсолютная погрешность зонда при измерении относительной влажности, %;

$\varphi_{\text{и}}$ - относительная влажность, измеренная зондом, %;

$\varphi_{\text{э}}$ - относительная влажность, измеренная гигрометром-компаратором, %.

Абсолютная погрешность зонда не должна превышать пределов:

$\pm 0,5$ % при всех номинальных значениях относительной влажности;

10.3 Для определения абсолютной погрешности измерения температуры воздуха необходимо установить испытуемый зонд в порт рабочей камеры эталонного генератора в области положительных температур термостатирования, входящего в состав ГЭТ 151 (или установить испытуемый зонд и термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ-2К-1, подключенный к измерителю-регулятору температуры многоканальному прецизионному МИТ 8.15, в порты рабочей камеры генератора влажного газа MODEL 4000SP). В рабочей камере последовательно задать не менее трех значений температуры термостатирования в пределах рабочего диапазона зонда. Допускается отступать от крайних значений рабочего диапазона зонда на значение, не превышающее $\pm 1,0$ °С.

*Установившимся считается режим, когда в течение 30 минут изменения значений заданной относительной влажности и значений, измеренных зондом, не превышают $\pm 0,1$ %.

Задание температуры следует производить от меньших значений к большим. Каждый раз, после выхода ГЭТ-151 и поверяемого зонда (генератора влажного газа MODEL 2000SP, поверяемого зонда и термометра ПТСВ-2К-1) на установившийся режим измерений**, произвести отсчет заданного ГЭТ 151 значения температуры и значения, измеренного зондом (произвести отсчет температуры, измеренной зондом и термометром ПТСВ-2К-1). Рассчитать абсолютную погрешность измерений зонда по формуле:

$$\Delta t = t_u - t_z, \quad (3)$$

где: Δt - абсолютная погрешность зонда при измерении температуры воздуха, °С;

t_u - температура, измеренная зондом, °С;

t_z - температура, заданная ГЭТ 151 (измеренная термометром ПТСВ-2К-1), °С.

Абсолютная погрешность зонда при измерении температуры не должна превышать пределов $\pm 0,3$ °С.

10.4 Обработка результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик, должна выполняться по формулам и в соответствии с указаниями выполнения процедур поверки.

Критерием принятия поверителем решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, является отсутствие результатов измерений, выходящих за предельные значения, указанные в таблице 1.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Положительные результаты поверки зонда оформляются в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 года № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» выдачей свидетельства о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.2 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности к применению в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга РФ от 31 июля 2020 года № 2510.

11.3 Протоколы поверки оформляются в виде приложений к свидетельствам о поверке или в виде самостоятельных документов в произвольной форме. По результатам поверки средств измерений, применяемых в качестве эталонов единиц величин, выдача протоколов поверки и передача сведений о них в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, обязательны.

**Установившимся считается режим, когда в течение 30 минут изменение значений заданной температуры и значений, измеренных зондом, не превышают 0,1 °С для ГЭТ и 0,3 °С для зонда

Расчет-обоснование

возможности применения варианта поверки СИ способом градуировки по МИ 3620-2019 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методика выбора способа и параметров поверки СИ с использованием данных о нестабильности МХ СИ»

1. При подтверждении соответствия по нормам стабильности МХ СИ должно выполняться условие

$$|\Delta_{\text{СИизм}}| \leq v_{\text{СИмакс}},$$

где:

$|\Delta_{\text{СИизм}}|$ – оценка абсолютной погрешности СИ, измеренная с помощью эталона;

$v_{\text{СИмакс}}$ – наибольшее допустимое изменение метрологических характеристик за установленный промежуток времени (межповерочный интервал).

2. Предел погрешности СИ для случая поверки способом градуировки с подтверждением соответствия по нормам стабильности МХ СИ, оценивается по формуле:

$$\Delta_{\text{СИпр мин}} = 0,48 \times (v_{\text{СИмакс}} + \sqrt{v_{\text{СИмакс}}^2 + 4,2 \times \Delta_{\text{РЭпр}}^2}),$$

где:

$\Delta_{\text{СИпр мин}}$ – минимально допустимый предел погрешности СИ;

$\Delta_{\text{РЭпр}}$ – предел погрешности эталона.

3. Наибольшее допустимое изменение МХ СИ можно определить, используя информацию по результатам выполненных периодических поверок СИ

Таблица А1 – данные исследований дрейфа с применением в качестве эталона набора поверочного стационарного для средств измерений относительной влажности воздуха СПН 3.2 (ГР СИ № 83834-21)

Фном, %	5	25	50	75	98	дата
$\Delta_{\text{НС2A-S № 20162423}}$	0,14	0,14	-0,01	-0,16	-0,13	02.03.2023
$\Delta_{\text{НС2A-S № 20162423}}$	0,23	0,19	0,06	-0,15	-0,01	02.03.2023
$\Delta_{\text{НС2A-S № 20526517}}$	0,28	0,1	0,01	-0,07	0,03	02.03.2023
$\Delta_{\text{НС2A-S № 20526517}}$	0,08	0,07	-0,07	0,04	-0,19	05.09.2023
$\Delta_{\text{НС2A-S № 20162631}}$	0,2	0,21	0,15	-0,21	0,01	05.09.2023
$\Delta_{\text{НС2A-S № 20162631}}$	0,16	0,13	0,11	0,01	-0,16	05.09.2023
$\bar{v}$	0,18	0,14	0,07	0,11	0,09	
СКО	0,07	0,05	0,08	0,10	0,10	
$\overline{v_{\text{СИ макс}}}$	0,30	0,23	0,20	0,27	0,25	

В соответствии с МИ 3620-2019 применена **поверка способом градуировки**

В случае применения критерия годности СИ:

$$|\Delta_{\text{СИизм}}| \leq v_{\text{СИмакс}}, \text{ а}$$

$$v_{\text{СИмакс}} = \Delta_{\text{СИпр}} \times \left(1,04 - \frac{\Delta_{\text{РЭпр}}^2}{\Delta_{\text{СИпр}}^2}\right) = 0,34 \%,$$

где:

$\Delta_{\text{СИпр}}$ – предел погрешности СИ, равный $\pm 0,5 \%$ (для зонда влажности и температуры Rotronic HygroClip HC2A-S);

$\Delta_{\text{РЭпр}}$ – предел погрешности эталона, равный $\pm 0,3 \%$ (для набора поверочного стационарного для средств измерений относительной влажности воздуха СПН 3.2, регистрационный номер в реестре ФИФ ОЕИ 83834.21.ВЭ.00528041).

Предельные значения погрешности зонда влажности не должны превышать $\pm 0,34 \%$, при поверке **способом градуировки** с применением СПН 3.2 в качестве эталона.

Лист регистрации изменений

[illegible]