

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических
и радиотехнических измерений» Восточно-Сибирский филиал**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «ЦТО Газаналитика»


_____ Ю.А. Ивченко



_____ 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

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


_____ Г.И. Модестова



_____ 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ГЕНЕРАТОРЫ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА
HYGROGEN2**

Методика поверки

УБЖК.413614.016 МП

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на генераторы влажного воздуха HygroGen2 (далее по тексту – генераторы), предназначенные для воспроизведения относительной влажности и температуры парогазовой смеси и применения в качестве эталонов для передачи единицы относительной влажности гигрометрам, термогигрометрам и преобразователям относительной влажности по Государственной поверочной схеме для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2885 от 15 декабря 2021 г. (ГПС).

Методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок генераторов. 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**	
<i>Генератор HygroGen2 модификации HG2-S</i>				
относительная влажность, %: от 0 до 95	Исп. М0	Исп. М1	Исп. М2	первый разряд: ±0,5; ±0,7 второй разряд: ±1,0; ±1,5
	±1,0 (класс А)	±0,7 (класс А) ±1,0 (класс В) ±1,5 (класс С)	±0,5 (класс А) ±0,7 (класс В) ±1,0 (класс С)	
относительная влажность, %: свыше 95 %	±1,5 (класс В)	±1,0 (класс А) ±1,0 (класс В) ±1,5 (класс С)	±0,7 (класс А) ±1,0 (класс В) ±1,5 (класс С)	первый разряд: ±0,7 второй разряд: ±1,0; ±1,5
<i>Генератор HygroGen2 модификации HG2-XL</i>				
относительная влажность, %: от 0 до 95	Исп. М0	Исп. М1	Исп. М2	второй разряд: ±1,0; ±1,2; ±1,5; ±2,0
	±1,5 (класс А)	±1,2 (класс А) ±1,5 (класс В) ±2,0 (класс С)	±1,0 (класс А) ±1,2 (класс В) ±1,5 (класс С)	
относительная влажность, %: свыше 95 %	±2,0 (класс В)	±1,5 (класс А) ±1,5 (класс В) ±2,0 (класс С)	±1,2 (класс А) ±1,5 (класс В) ±2,0 (класс С)	второй разряд: ±1,2; ±1,5; ±2,0
<i>Генератор HygroGen2 модификаций HG2-S и HG2-XL</i>				
температура газовой среды, °С: от +18 до +28 (включ.)	±0,1			-
температура газовой среды, °С: менее +18 и более +28	±0,3 °С	±0,2		-
* - Исполнение, диапазон и погрешность генератора устанавливаются при первичной поверке в соответствии с Производственным стандартом «Генератор влажного воздуха HygroGen2» и указываются в руководстве по эксплуатации на генератор.				
** - Исполнение, диапазон и погрешность генератора, применяемого в качестве эталона, устанавливаются при первичной аттестации эталона.				

1.2 Генераторы должны прослеживаться 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 реализован метод сличения с помощью компаратора при комплектной поверке генератора.

1.3 Генераторы должны прослеживаться к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К (ГЭТ 35-2010) и к государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3000 °С (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 сравнения результата измерений поверяемого средства измерений со значением температуры среды, определенной эталоном.

1.4 Допускается на основании письменного заявления владельца генератора или другого лица, представившего генератор на поверку, проведение поверки на меньшем диапазоне измерений относительной влажности и (или) температуры.

1.5 Допускается по результатам поверки и по согласованию с владельцем генератора изменять (только в сторону закругления) класс точности генератора. Класс точности выбирать из таблицы 2 описания типа средства измерений.

1.6 Допускается, при наличии письменного уведомления от владельца генератора, выполнение первичной поверки генератора, в составе которого контрольный гигрометр заменен на аналогичный. Изменение комплектности должно быть отражено в эксплуатационной документации генератора.

1.7 Не допускается выполнять поверку генератора с ограниченным комплектом входящих в него средств измерений.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (подраздела) МП	Проведение операций	
		первичной поверке	периодической поверке
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 основной абсолютной погрешности генератора при воспроизведении относительной влажности воздуха; - определение дополнительной абсолютной погрешности генератора при воспроизведении относительной влажности воздуха; - определение абсолютной погрешности генератора при воспроизведении температуры воздуха; - подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	10	да	да
	10.1	да	да
	10.2	да	нет
	10.3	да	да
	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 до 90 % без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 84 до 106 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, изучившие настоящую методику поверки и техническую документацию на применяемые средства поверки и на поверяемый генератор.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Средства поверки

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 10 до 90 % с абсолютной погрешностью не более 3%; Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа;	Термогигрометры ИВА-6Н-Д, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, диапазон измерений температуры от 0 до 60 °С, диапазон измерения атмосферного давления от 700 до 1100 гПа (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 № 2885 от 15.12.2021 г. Диапазон воспроизводимой относительной влажности от 0 до 100 %. Абсолютная погрешность относительной влажности не более $\pm 0,25$ %. Диапазон измерений температуры газовой среды от 0 до 60 °С. Абсолютная погрешностей измерений температуры не более $\pm 0,03$ °С.	Государственный первичный эталон единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инейя, температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-2020. Гигрометр-компаратор относительной влажности из состава ГЭТ 151-2020. Диапазон относительной влажности от 0 до 100 %, расширенная неопределенность измерений относительной влажности с учетом метода передачи единицы (при $k=2$) не более 0,25 %. Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, ГР № 19736-11, в комплекте с термометром сопротивления платиновым вибро-прочным 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.

5.2 Применяемые при поверке средства измерений, должны быть поверены (калиброваны) и иметь действующие клейма или свидетельства о поверке (сертификаты калибровки).

5.3 Допускается применение других средств измерений, не приведенных в таблице, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью, в том числе вторичных эталонов относительной влажности газов в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов. (Утверждена приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15.12.2021 г. № 2885).

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 12.2.007.0-75. Должны соблюдаться действующие «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

6.2 Во время подготовки и проведения поверки необходимо соблюдать правила безопасной работы, установленные в эксплуатационных документах генератора и на оборудование, приведенное в таблице 2.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре генераторов должно быть установлено:

- соответствие комплектности генератора требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие заводских номеров блока управления генератора, контрольных устройств измерения влажности и температуры и выносных датчиков контрольных устройств измерения влажности и температуры указанным в эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых механических повреждений, способных оказать влияние на работоспособность генератора и его метрологические характеристики;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей и маркировки.

7.2 Генераторы, 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 генератор в комплекте с внешними контрольными устройствами измерения влажности и температуры, выполнить монтажные работы в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

8.2 Установить зонд гигрометра-компаратора и термометр ПТСВ-2К-1 в порты рабочей камеры генератора. Подключить зонд гигрометра-компаратора и термометр к соответствующим измерительным блокам.

8.3 Провести опробование генератора в соответствии с эксплуатационной документацией

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

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Версия управляющего программного обеспечения генератора отображается на экране информации о генераторе. Номер версии представляет собой находящуюся на первой позиции часть буквенно-цифрового обозначения, дальнейшее обозначение, начинающееся с первой точки, не относится к номеру версии. Преобразователь (зонд) влажности и/или конденсационный гигрометр, входящие в состав генератора, включая задающий, функционируют под управлением встроенного ПО, версия которого может быть получена с помощью автономного ПО и отображается на дисплее гигрометра. Номер версии представляет собой часть буквенно-цифрового обозначения, находящуюся на первых двух позициях, разделенных точками (обозначения после второй точки или знака тире (минус) не относятся к номеру версии).

9.2 Результат проверки считается положительным, если номера версий управляющего ПО генератора и встроенного ПО контрольных устройств измерения влажности и температуры не ниже указанного в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

10.1 Определение основной абсолютной погрешности генератора при воспроизведении относительной влажности воздуха.

Необходимо установить зонд гигрометра-компаратора и термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ-2К-1 в порты рабочей камеры поверяемого генератора. Для исполнений генераторов М1 и М2 в порты рабочей камеры так же установить выносные датчики влажности и температуры внешних устройств измерения влажности и температуры. Задать значение температуры в рабочей камере генератора $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Последовательно задать в рабочей камере генератора не менее пяти значений относительной влажности в пределах рабочего диапазона генератора. Допускается отступать от крайних значений рабочего диапазона

генератора на значение, не превышающее 2,0 % (таблица 4, верхняя строка). Задание относительной влажности следует производить от меньших значений к большим. Каждый раз, после выхода генератора и гигрометра-компаратора на установившийся режим измерений*, произвести отсчет значений относительной влажности и температуры, измеренных генератором, и значений, измеренных гигрометром-компаратором и термометром сопротивления. Для генератора в исполнении М0 отсчет измеренных значений относительной влажности вести по дисплею блока управления. Для генераторов в исполнениях М1 и М2 отсчет измеренных значений относительной влажности вести по показаниям внешних контрольных устройств измерения влажности и температуры.

Таблица 4 - Пример задаваемых номинальных значений температуры и относительной влажности воздуха в рабочей камере поверяемого генератора

Задаваемая температура, °С	Задаваемая относительная влажность, %
+23	(A +2), где A – мин. значение рабочего диапазона относительной влажности 20 50 80 (B -2), где B – макс. значение рабочего диапазона относительной влажности
(A +5), где A – мин. значение рабочего диапазона температуры генератора	(A +5), где A – мин. значение рабочего диапазона относительной влажности 50
(B - 5), где B – макс. значение рабочего диапазона температуры генератора	(B -5), где B – макс. значение рабочего диапазона относительной влажности
(A +5), где A – мин. значение рабочего диапазона температуры генератора 23 (B - 5), где B – макс. значение рабочего диапазона температуры генератора	50

Рассчитать абсолютную погрешность генератора при измерении относительной влажности при каждой температуре воздуха в рабочей камере по формуле (1):

$$\Delta\varphi_{ik} = \varphi_{zik} - \varphi_{uik}, \quad (1)$$

где: $\Delta\varphi_{ik}$ - абсолютная погрешность генератора при воспроизведении i-го значения относительной влажности при k-ом значении температуры в рабочей камере, %;

φ_{zik} - относительная влажность, измеренная генератором, при воспроизведении i-го значения относительной влажности при k-ом значении температуры в рабочей камере, %;

φ_{uik} - относительная влажность, измеренная гигрометром-компаратором, при воспроизведении i-го значения относительной влажности при k-ом значении температуры в рабочей камере, %.

Генератор считается прошедшим операцию поверки, если основная абсолютная погрешность генератора при воспроизведении всех задаваемых значений относительной влажности воздуха не превышает пределов, нормированных для модификации, исполнения и класса точности поверяемого генератора (по таблице 1)

10.2 Определение дополнительной абсолютной погрешности генератора при воспроизведении относительной влажности воздуха.

За дополнительную абсолютную погрешность принимается изменение основной абсолютной погрешности генератора, вызванное изменением температуры влажного воздуха в границах диапазона генератора.

Последовательно задать по одному значению температуры в рабочей камере генератора, соответствующих крайним значениям диапазона воспроизводимой генератором температуры влажного воздуха. Допускается отступать от крайних значений рабочего диапазона температуры

*Установившимся считается режим, когда в течение 30 минут изменения значений заданной относительной влажности (или измеренной генератором температуры) и значений, измеренных гигрометром-компаратором (или термометром МИТ 8.15), не превышают 0,5 % (или 0,1 °С) для испытуемого генератора и 0,25 % для гигрометра-компаратора (или 0,1 °С для термометра МИТ 8.15).

генератора на значение, не превышающее 5,0 °С. Для каждого значения температуры последовательно задать в рабочей камере генератора не менее трех значений относительной влажности в пределах рабочего диапазона генератора. Допускается отступать от крайних значений рабочего диапазона генератора на значение, не превышающее 5,0 % (таблица 4, средняя строка). Каждый раз, после выхода генератора и гигрометра-компаратора на установившийся режим измерений, произвести отсчет значений относительной влажности и температуры, измеренных генератором, и значений, измеренных гигрометром-компаратором и термометром сопротивления.

Рассчитать абсолютную погрешность генератора при измерении относительной влажности при каждой температуре воздуха в рабочей камере по формуле:

$$\Delta\varphi_{ik} = \varphi_{zik} - \varphi_{uik}, \quad (1)$$

Рассчитать дополнительную абсолютную погрешность генератора ($\Delta\varphi_{дон}$) при измерении относительной влажности при каждой температуре воздуха в рабочей камере по формуле:

$$\Delta\varphi_{дон} = \Delta\varphi_{ik} - \Delta\varphi_{осн}, \quad (2)$$

где: $\Delta\varphi_{осн}$ - основная абсолютная погрешность, нормируемая для модификации, исполнения и класса точности поверяемого генератора.

Генератор считается прошедшим операцию поверки, если основная абсолютная погрешность генератора при воспроизведении всех задаваемых значений относительной влажности воздуха при задаваемых значениях температуры не превышает $\pm 0,5$ %.

10.3 Определение абсолютной погрешности генератора при воспроизведении температуры воздуха производить при любом значении относительной влажности в рабочей камере в пределах рабочего диапазона, путем задания значений температуры в соответствии с таблицей 4 (нижняя строка). Выполнение операции определения абсолютной погрешности генератора при воспроизведении температуры воздуха допускается совмещать с выполнением операции по п. 10.1 и 10.2.

Рассчитать абсолютную погрешность генератора при воспроизведении температуры воздуха по формуле:

$$\Delta t_{ui} = t_{ui} - t_{эi}, \quad (3)$$

где: Δt_{ui} - абсолютная погрешность генератора при воспроизведении i -го значения температуры воздуха, °С;

t_{ui} - i -е значение температуры, измеренной генератором, °С;

$t_{эi}$ - i -е значение температуры, измеренной термометром ПТСВ-2К-1, °С.

Генератор считается прошедшим операцию поверки, если основная абсолютная погрешность генератора при воспроизведении температуры воздуха при задаваемых значениях температуры не превышает пределов, нормированных для модификации, исполнения и класса точности поверяемого генератора (по таблице 1).

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

Метрологические характеристики генератора, применяемого в качестве средства измерений или в качестве рабочего эталона, должны соответствовать требованиям таблицы 1 и Государственной поверочной схеме для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2885 от 15.12.2021 г.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Положительные результаты поверки генератора оформляются в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 года № 2510. 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.

