

СОГЛАСОВАНО

И. о. директора

ФБУ «Челябинский ЦСМ»

А. В. Николаев

М.п. «12» 07 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики климатические ИПМ

Методика поверки

МП-01-2021-20

г. Челябинск

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	3
4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	7
6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	11
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	12

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на датчики климатические ИПМ (далее по тексту – датчики), изготавливаемые ООО «Инженерные Технологии» по технической документации СЦТР.416123.001 ТУ.

Датчики предназначены для измерения технологических параметров микроклимата (температура, относительная влажность, атмосферное давление, дифференциальное давление) в процессе мониторинга климатических условий внутри контролируемого объекта.

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Поверка датчиков в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единицы величины от эталона 2-го разряда по Государственной поверочной схеме (ГПС) для средств измерений температуры, что обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021,

а также обеспечивает передачу единицы величины от эталона 2-го разряда по Государственной поверочной схеме (ГПС) для средств измерений влажности газов, что обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы относительной влажности газов ГЭТ 151-2020,

а также обеспечивает передачу единицы величины от эталона 3-го разряда в соответствии с ГПС для средств измерения абсолютного давления в диапазоне от 1 до $1 \cdot 10^6$ Па, что обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления ГЭТ 101-2011,

а также обеспечивает передачу единицы величины от эталона 2-го разряда по ГОСТ 8.187-76 для средств измерений разницы давлений, что обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления для разности давлений ГЭТ 95-2020.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха плюс (20 ± 5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операция поверки	Средства поверки и вспомогательное оборудование	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение абсолютной погрешности измерения температуры	Измерители температуры 3-го разряда и выше по ГПС ГОСТ 8.558-2009	Диапазон измерения температуры от минус 196 °С до плюс 125 °С, 3 разряд и выше	Термометр цифровой прецизионный DTI-1000 (рег. № 15595-12), термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М (рег. № 11804-99), термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (рег. № 19916-00), измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ8 (рег. № 19736-11), утвержденные эталоны 3 разряда и выше по ГОСТ 8.558-2009
	Термостаты	Диапазон воспроизведения температур от минус 40 °С до плюс 100 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,01$ °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.1;
		Диапазон воспроизведения температур от плюс 35 °С до плюс 300 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,01$ °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0;
		Диапазон воспроизведения температур от минус 80 °С до плюс 20 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,01$ °С	Термостат низкотемпературный "Криостат"

Продолжение таблицы 2

Операция поверки	Средства поверки и вспомогательное оборудование	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	Сосуд Дьюара		Сосуд Дьюара промышленный СДП-35/60
	Камера климатическая	Диапазон рабочих температур от -70 °С до +180 °С	Камера климатическая модель WKL 100/70
	Совместимое устройство		Беспроводной узел ПИРС-1 ПК с установленной программой «ИПМ-визор» и преобразователем интерфейсов DS9490B Прибор «Гигротермон-М»
Определение абсолютной погрешности измерения относительной влажности воздуха	Генератор влажного воздуха, измерители влажности 2-го разряда и выше по ГОСТ 8.547-2009	Диапазон влажности воздуха от 5 % до 95 %, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,5$ %	Генератор влажного воздуха динамический Нугроген 2, утвержденные эталоны 2 разряда и выше по ГОСТ 8.547-2009
	Совместимое устройство		Беспроводной узел ПИРС-1 ПК с установленной программой «ИПМ-визор» и преобразователем интерфейсов DS9490B Прибор «Гигротермон-М»
Определение абсолютной погрешности измерения атмосферного давления	Измерители атмосферного давления 3-го разряда и выше по ГОСТ 8.840-2013	Диапазон измерения давления от 30 до 110 кПа, пределы абсолютной погрешности ± 10 Па	Барометр образцовый переносной БОП-1М-1, утвержденные эталоны 3 разряда и выше по ГОСТ 8.840-2013
	Камера барометрическая		Камера барометрическая

Продолжение таблицы 2

Операция поверки	Средства поверки и вспомогательное оборудование	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	Совместимое устройство		Беспроводной узел ПИРС-1 ПК с установленной программой «ИПМ-визор» и преобразователем интерфейсов DS9490B
Определение абсолютной погрешности измерения перепада давления (дифференциального давления)	Измерители избыточного давления 2-го разряда по ГОСТ 8.187-76	Диапазон измерения и воспроизведения избыточного давления от 0 до 50 Па Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,5$ Па	Калибратор давления СРС6000, утвержденные эталоны 2-го разряда и выше по ГОСТ 8.187-76
	Установка для создания и поддержания сверхнизкого избыточного давления воздуха в диапазоне от 0 до 50 Па	Создание повышенного давления от 0 до 50 Па	Стенд «Генератор сверхнизкого избыточного давления воздуха Поток-0,05»
	Совместимое устройство		Беспроводной узел ПИРС-1 ПК с установленной программой «ИПМ-визор» и преобразователем интерфейсов DS9490B Прибор «Гигротермон-М»
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 10 °С до плюс 30 °С, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С	Термогигрометры ИВА-6Н-КП-Д, термометры метеорологические стеклянные ТМ1 и др.
	Средство измерений влажности	Измерение влажности окружающего воздуха в диапазоне от 20 % до 90 %, пределы абсолютной погрешности ± 10 %	Термогигрометры ИВА-6Н-КП-Д, гигрометры ИВА-10М, ИВВ, гигрометры психрометрические ВИТ и др.

4.2 Допускается применение других средств поверки, отличающихся от указанных в таблице 2, обеспечивающих определение метрологических характеристик датчиков с требуемой точностью (при передаче единицы величины от эталонов единиц величин средствам измерений соотношение пределов допускаемой абсолютной погрешности при одном и том же значении не должно превышать 1:3)

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При выполнении поверки необходимо соблюдать общие требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки и поверяемых датчиков, указанные в технической документации на эти средства.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие внешнего вида поверяемого датчика технической документации и отсутствие внешних повреждений;
- наличие маркировки датчика, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовить к работе средства поверки и вспомогательное оборудование в соответствии с указаниями в эксплуатационной документации.

7.2 Подключить поверяемый датчик к совместимому устройству (далее - СУ) согласно эксплуатационной документации. В качестве совместимого устройства могут использоваться прибор «Гигротермон-М», беспроводные узлы I-Sens, E-Sens и их модификации, беспроводные узлы ПИРС-# (где # - модификация узла) и персональный компьютер с установленной программой «ИПМ-визор» и преобразователем интерфейсов 1-wire/USB.

7.2.1 Список совместимых устройств, используемых при проведении поверки, показан в таблице 3.

Таблица 3 – Допустимые варианты подключения совместимых устройств к датчикам

Модификация датчика	Тип интерфейса датчика	Вид подключения датчика с СУ			Примечание
		Беспроводной узел	«Гигротермон-М»	Персональный компьютер (ПК)	
ИПМ-1	1-wire		подключение через кабель	подключение кабелем через преобразователь 1-wire/USB	на выбор
	I ² C	подключение через кабель	не используется	подключение кабелем через мост I ² C/1-wire и преобразователь 1-wire/USB	
	встроенный в беспроводной узел	встроен в беспроводной узел	не используется	не используется	только беспроводной узел
ИПМ-2	1-wire	подключение через кабель	подключение через кабель	подключение кабелем через преобразователь 1-wire/USB	на выбор

Продолжение таблицы 3

Модификация датчика	Тип интерфейса датчика	Вид подключения датчика с СУ			Примечание
		Беспроводной узел	«Гигротермон-М»	Персональный компьютер (ПК)	
ИПМ-3	1-wire	подключение через кабель	подключение через кабель	подключение кабелем через преобразователь 1-wire/USB	на выбор
	встроенный в беспроводной узел	встроен в беспроводной узел	не используется	не используется	только беспроводной узел
ИПМ-4	1-wire	подключение через кабель	подключение через кабель	подключение кабелем через преобразователь 1-wire/USB	на выбор
	I ² C		не используется	подключение кабелем через мост I ² C/1-wire и преобразователь 1-wire/USB	

7.2.2 В случае использования в качестве совместимого устройства ПК датчик подключают через преобразователь 1-wire/USB к персональному компьютеру. После запуска программы «ИПМ-визор» выбрать режим записи показаний датчиков для сохранения данных, указать путь к папке сохранения, установить интервал записи данных 60 секунд и выбрать интерфейс связи датчика в соответствии с его маркировкой. Для поверки датчика модификации ИПМ-4 выбирается режим текущего отображения.

7.2.3 При использовании в качестве СУ прибора «Гигротермон-М» необходимо подключить датчик согласно руководству по эксплуатации прибора и включить прибор. На дисплее прибора будут отображаться текущие значения измеренных параметров после отображения наименования параметра и порядкового номера датчика. Допустимо подключать в линию к одному прибору несколько датчиков. Датчики при этом нужно подключать по одному и отмечать номер подключения.

7.2.4 При использовании в качестве СУ беспроводного узла или при поверке датчика, встроенного в беспроводной узел ПИРС-# (где # - модификация узла) необходимо выбрать источник данных (пункт «Src» в меню прибора) – параметр «Out» для подключаемого датчика, «In» для встроенного, затем установить интервал между измерениями 1 минуту (пункт меню «LOG»), и запустить режим измерений (пункт меню «run»). Для поверки датчика модификации ИПМ-4 нужно выбрать режим текущего отображения измеряемых значений (пункт меню «rEL») и переключить на отображение параметра давления.

7.2.5 Для регистрации измерений на ПК при использовании в качестве СУ прибора «Гигротермон-М» или беспроводных узлов устанавливается программное обеспечение «Гигротермон-АРМ» согласно руководству пользователя программы, подключаются приборы согласно технической документации к приборам.

7.3 Датчик перепада давления модификации ИПМ-41 закрепить на стенде (установка или эталон для создания и поддержания избыточного давления), «плюсовой» вход датчика, предназначенный для измерения повышенного давления, подключить к линии повышенного давления через разветвитель, «минусовой» вход сообщить с атмосферой.

7.4 При опробовании средства измерений проверяется отображение показаний измеряемых параметров на дисплее совместимого устройства и (или) на экране ПК, близких по значению с реальными.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 В качестве идентификатора программного обеспечения (далее - ПО) принимают версию программного обеспечения совместимых устройств. Версия ПО прибора «Гигротермон-М» отображается при подаче питания на прибор после в виде надписи «v X.Y», где «X.Y» обозначают версию ПО. Версия ПО беспроводных узлов I-Sens/E-Sens или ПИРС-# указана в пункте меню «vt.» беспроводного узла. В качестве идентификационных данных ПО, устанавливаемого на ПК принимаются наименование ПО и номер версии, указанные через пробел в верхней строке окна программы.

8.2 Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в описании типа на датчики.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение абсолютной погрешности измерения температуры выполняют методом сравнения с показаниями эталонного термометра в рабочем объеме климатической камеры (термостата или сосуд Дьюара).

9.1.1 Поверяемый датчик помещают в климатическую камеру (термостат или сосуд Дьюара). Допускается одновременно проверять несколько датчиков, если они имеют одинаковые значения температуры в контрольных точках.

9.1.2 Эталонный термометр помещают в климатическую камеру (термостат или сосуд Дьюара) так, чтобы он располагался по возможности ближе к поверяемому датчику (датчикам).

9.1.3 В рабочей зоне климатической камеры (термостата или сосуд Дьюара) устанавливают значение температуры, соответствующей контрольной точке для датчика данного типа в соответствии с таблицей 4. Скорость изменения температуры не должна превышать один градус в минуту.

Таблица 4 – Значения температуры

Модификация датчика	Значения температуры, °С, в контрольных точках:					
	1	2	3	4	5	6
ИПМ-10	$-(38\pm 2)$	$-(8\pm 2)$	$+(7\pm 2)$	$+(25\pm 2)$	$+(58\pm 2)$	-
ИПМ-11	$-(8\pm 2)$	$+(7\pm 2)$	$+(25\pm 2)$	$+(58\pm 2)$	-	-
ИПМ-12	$-(38\pm 2)$	$-(8\pm 2)$	$+(7\pm 2)$	$+(25\pm 2)$	$+(58\pm 2)$	-
ИПМ-21	$-(75\pm 2)$	$-(25\pm 2)$	0 ± 2	$+(20\pm 2)$	$+(125\pm 2)$	-
ИПМ-22	$-(196\pm 2)$	$-(75\pm 2)$	$-(25\pm 2)$	0 ± 2	$+(20\pm 2)$	$+(125\pm 2)$

9.1.4 После установки требуемой температуры выдерживают эталонный термометр и поверяемый датчик в климатической камере (термостате) в течение не менее 5 минут.

9.1.5 В каждой контрольной точке производят шесть измерений температуры эталонным термометром и поверяемым датчиком с интервалом не менее одной минуты, результаты измерений (отдельно для каждого датчика) заносят в журнал, форма которого для одной контрольной точки приведена в таблице 8. При использовании регистрирующей программы на ПК, измеренные поверяемым датчиком значения возможно получить выгрузкой данных с привязкой ко времени ПК.

9.1.6 Повторяют действия пунктов 9.1.3 - 9.1.5 для каждой контрольной точки, устанавливая температуру в соответствии с таблицей 4.

9.1.7 Абсолютная погрешность температуры поверяемых датчиков определяется по формулам, указанным в таблице 8.

9.2 Определение абсолютной погрешности измерения относительной влажности воздуха выполняют методом сравнения с показаниями эталонного гигрометра в рабочем объеме климатической камеры.

9.2.1 Поверяемый датчик помещают в климатическую камеру.

9.2.2 Допускается одновременно поверять несколько датчиков.

9.2.3 В рабочей зоне климатической камеры устанавливают относительную влажность, соответствующую контрольной точке для датчика в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Значения относительной влажности

Модификация датчика	Значения относительной влажности, %, в контрольных точках:			
	1	2	3	4
ИПМ-10	(10±2)	(50±2)	(70±2)	(90±2)
ИПМ-11				

9.2.4 После установки в климатической камере требуемого значения относительной влажности выдерживают эталонный гигрометр и датчик в течение не менее 5 минут.

9.2.5 В данной контрольной точке производят шесть измерений относительной влажности эталонным гигрометром и поверяемым датчиком с интервалом не менее одной минуты. Результаты измерений заносят в журнал, форма которого приведена в таблице 8. При использовании регистрирующей программы на ПК измеренные поверяемым датчиком значения возможно получить выгрузкой данных с привязкой ко времени ПК.

9.2.6 Повторяют действия пунктов 9.2.3 – 9.2.5 для каждой контрольной точки, устанавливая относительную влажность в соответствии с таблицей 5.

9.2.7 Абсолютная погрешность измерения относительной влажности определяется по формулам, указанным в таблице 8.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерения атмосферного давления выполняют методом сравнения с показаниями эталонного барометра в рабочем объеме барокамеры.

9.3.1 Поверяемый датчик помещают в барокамеру.

9.3.2 Допускается одновременно поверять несколько датчиков.

9.3.3 Проводят серию измерений в рабочем диапазоне давлений на всех контрольных точках, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Значения атмосферного давления

Модификация датчика	Значения атмосферного давления, кПа, в контрольных точках:				
	1	2	3	4	5
ИПМ-3	(32±2)	(50±2)	(75±2)	(98±2)	(108±2)

9.3.4 Серию измерений начинают с нижнего предела в сторону увеличения давления до верхнего предела (прямой ход), затем от верхнего предела в сторону уменьшения давления до нижнего предела (обратный ход).

9.3.5 В каждой контрольной точке производят шесть измерений эталонным барометром и поверяемым датчиком после выдержки под давлением на каждой точке не менее одной минуты с интервалом не менее одной минуты. Результаты измерений вносят в журнал, форма которого для одной контрольной точки приведена в таблице 8.

При использовании регистрирующей программы измеренные поверяемым датчиком значения возможно получить выгрузкой данных с привязкой ко времени ПК.

9.3.6 Повторяют пункт 9.3.5 для всех контрольных точек, указанных в таблице 6. Результаты измерений вносят в журнал, форма которого для одной контрольной точки приведена в таблице 8.

9.3.7 Абсолютная погрешность измерения атмосферного давления определяется по формулам, указанным в таблице 8.

9.4 Определение абсолютной погрешности при измерении перепада давления выполняют методом сравнения с показаниями эталона.

9.4.1 «Плюсовой» вход эталона подключают к через разветвитель к линии повышенного давления стенда (установка или эталон для создания и поддержания избыточного давления), «минусовой» вход сообщают с атмосферой.

9.4.2 Не включая стенд (установка или эталон для создания и поддержания избыточного давления) подачи давления, производят шесть измерений при нулевом перепаде давления эталонном и поверяемым датчиком (значение перепада давления в первой контрольной точке). Результаты измерений вносятся в журнал, форма которого для одной контрольной точки приведена в таблице 8.

9.4.4 Запускают стенд (установка или эталон для создания и поддержания избыточного давления) подачи давления, создающее давление воздуха, устанавливая скорость движения воздуха, при которой показания демонстрационного манометра соответствуют значениям контрольных точек в соответствии с таблицей 7 от меньшего к большему. Нестабильность показаний при этом не должна превышать 0,3 Па.

Таблица 7 – Значения перепада давления (дифференциального давления)

Модификация датчика	Значения для перепада давления (дифференциального давления), Па, в контрольных точках:				
	1	2	3	4	5
ИПМ-4	(0±1)	(10±1)	(20±1)	(30±1)	(47±1)

9.4.5 В каждой контрольной точке производят шесть измерений эталоном и поверяемым датчиком с интервалом не менее 10 секунд, результаты которых заносят в журнал, форма которого для одной контрольной точки приведена в таблице 8.

9.4.6 Повторяют пункт 9.4.5 для всех контрольных точек, указанных в таблице 7, начиная с большего значения и следуя к меньшему. Для измерения значения в контрольной точке номер один отключают устройство подачи давления. Результаты измерений вносят в журнал, форма которого для одной контрольной точки приведена в таблице 8.

9.4.7 Абсолютная погрешность измерения перепада давления определяется по формулам, указанным в таблице 8.

Таблица 8 – Журнал измерений

Наименование	Значение					
	X _{э1}	X _{э2}	X _{э3}	X _{э4}	X _{э5}	X _{э6}
Результаты измерений параметров эталоном						
Среднее арифметическое $\bar{x}_э = \frac{\sum_{i=1}^n x_{эi}}{n}$, где n – количество измерений						
Результаты измерений параметров поверяемым датчиком	X _{п1}	X _{п2}	X _{п3}	X _{п4}	X _{п5}	X _{п6}
Среднее арифметическое $\bar{x}_п = \frac{\sum_{i=1}^n x_{пi}}{n}$						
Абсолютная погрешность $\Delta x = \bar{x}_п - \bar{x}_э$						

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результаты измерений считаются положительными, если значение абсолютной погрешности поверяемых датчиков в любой контрольной точке не превышает значения, указанного в описании типа на датчики.

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 При отрицательных результатах поверки, по заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.