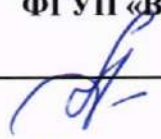


СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной работе**

ФГУП «ВНИИФТРИ»




А.Н. Щипунов
« 10 » 06 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Модули параметров газового потока TRF-100

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-24-020

**р.п. Менделеево
2024 г.**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули параметров газового потока TPF-100 (далее – модули), изготавливаемые FOCUSED PHOTONICS (HANGZHOU) INC. («FPI Inc.»), КНР, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики модулей

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры газовой пробы, °C	от 0 до +400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры газовой пробы, °C	$\pm 2,0$
Диапазон измерений абсолютного давления относительно 1013 гПа, гПа	от -100 до +100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления, гПа	$\pm 2,0$
Диапазон измерений скорости газового потока, м/с	от 4 до 35
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости газового потока, м/с	$\pm 1,0$

1.3 При определении метрологических характеристик модулей по данной методике поверки обеспечивается передачей значений температуры в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253, которая подтверждает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C ГЭТ 34-2020, значений абсолютного давления в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $7 \cdot 10^5$ Па утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900, которая подтверждает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ ÷ $7 \cdot 10^5$ Па ГЭТ 101-2011, скорости воздушного потока Государственной поверочной схемы для средств измерений скорости воздушного потока утвержденной приказом Росстандарта от 25.11.2019 № 2815, которая подтверждает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы скорости воздушного потока ГЭТ 150-2012.

1.4 При определении метрологических характеристик модулей используется метод сравнения.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 2 – Объем поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при первичной и периодической поверке	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
Внешний осмотр	Да	7
Определение метрологических характеристик и подтверждение их соответствия метрологическим требованиям	Да	9
Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений температуры газовой пробы	Да	9.1
Определение диапазон измерений абсолютного давления относительно 1013 гПа и абсолютной погрешности измерений абсолютного давления	Да	9.2
Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений скорости газового потока	Да	9.3

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 2 поверяемый модуль бракуется и направляется в ремонт.

2.3 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +35;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

3.2 При поверке должны соблюдаться требования эксплуатационной документации поверяемого средства измерений, требования правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных технических средств.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднее техническое образование, аттестованные в качестве поверителя, изучившие настоящую методику поверки, техническую документацию на модули и средства поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При поверке должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средства поверки
п. 8.1 (контроль условий поверки)	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 до плюс 35 °С, абсолютная погрешность в пределах ± 1 °С. Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью в пределах ± 2 %. Средство измерений атмосферного давления от 80 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,5$ кПа. Средство измерений напряжения переменного тока питающей сети в диапазоне от 150 до 260 В с относительной погрешностью в пределах ± 2 %. Средство измерений частоты переменного тока в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,1$ Гц	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7/4 с первичным преобразователем ИПТВ-03-01, рег. № 15500-12. Барометр рабочий сетевой БРС-1М, рег. № 16006-97. Мультиметр цифровой Fluke 17B+, рег. № 59778-15
п. 9.1 (определение метрологических характеристик)	Средства измерений скорости воздушного потока в диапазоне от 4 до 35 м/с, абсолютная погрешность измерения скорости воздушного потока не более $\pm 0,3$ м/с (рабочий эталон по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока утвержденной приказом Росстандарта от 25.11.2019 №2815)	Анемометр электронный ЭА-70 модель ЭА 70 (0), диапазон измерения скорости воздушного потока 0,1-40 м/с, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm (0,015 + 0,015V)$ м/с где V – скорость воздушного потока, м/с
п. 9.2 (определение метрологических характеристик)	Средства измерений абсолютного давления в диапазоне от 913 до 1113 гПа, абсолютная погрешность измерения абсолютного давления не более $\pm 0,65$ гПа. (рабочий эталон 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 №2900)	Барометр цифровой РТВ330, диапазон абсолютного давления от 500 до 1100 гПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности, при измерении в диапазоне от 500 до 1100 гПа включ., $\pm 0,1$ гПа Камера барометрическая ФА3.002.002.000, диапазон измерения давления от 2,5 кПа до 120 кПа

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средства поверки
п. 9.3 (определение метрологических характеристик)	Средства измерения температуры в диапазоне от 0 до +400 °С, абсолютная погрешность измерения $\pm 0,65$ °С (рабочий эталон 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021 утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 №3253)	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3, рег.№33744-07, диапазон воспроизводимых температур от -75 до 100 °С; Калибратор температуры ЭЛЕМЕР-КТ-650Н, рег.№53005-13, диапазон воспроизводимых температур от 50 до 680 °С; Эталонный термометр сопротивления ЭТС-25, рег.№19484-09, диапазон измеряемых температур от 0 до 660 °С; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ8.15, рег.№19736-11, диапазон измеряемых температур от -200 до 962 °С;

5.2 Допускается замена указанных в таблице 3 средств поверки другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик модулей с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны. Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены, результаты поверки должны быть в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений с неистекшим сроком действия на время проведения поверки модулей. Применяемые при поверке эталоны должны быть аттестованы и иметь соответствующую запись в паспорте на эталон.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны выполняться общие правила техники безопасности и производственной санитарии по ГОСТ 12.1.007-76, ГОСТ 12.1.005-88, а также указания соответствующих разделов эксплуатационной документации средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполнить следующие операции :

- изучить руководство по эксплуатации (далее - РЭ) на поверяемое средство измерений и используемые средства поверки;
- визуально проверить комплектность средства измерений на соответствие паспорту;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

7.2 Опробование

Проверить соответствие внешнего вида модуля описанию и изображению, приведенному в описании типа.

Проверить правильность функционирования органов управления.

7.3 Результаты поверки считать положительными, если выполняются пп.7.1 и 7.2.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Измерить соответствующими средствами измерений параметры окружающей среды (температуру, влажность, атмосферное давление). Параметры должны соответствовать требованиям раздела 3 настоящей методики.

8.2 Подготовка к проведению поверки

8.2.1 Перед применением модули необходимо выдержать в течение 2 ч при условиях, указанных в п. 3.1.

8.2.2 Перед проведением поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в РЭ на модуль и применяемые средств поверки.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости газового потока

9.1.1. Провести подготовку модуля к работе, согласно руководству по эксплуатации.

9.1.2. Установить модуль в непосредственной близости с анемометром в зоне равных скоростей рабочего участка аэродинамической установки.

9.1.3. Установить скорость газового потока 4 м/с в рабочем участке аэродинамической установки

9.1.4. Выдержать 10 минут после установления заданной скорости воздуха. Произвести 2 измерения модулем ($V_{изм\ i}$) и записать результат измерений.

9.1.5. Рассчитать абсолютную погрешность измерений скорости (V), для каждого i -го измерения как разность между измеренным значением скорости анемометра ($V_{эт}$) и модуля ($V_{изм}$), по формуле (1):

$$\Delta V = V_{изм\ i} - V_{эт\ i} \quad (1)$$

9.1.6. Повторить п. 9.1.5 для следующих значений скорости: 10, 20, 35 м/с.

9.1.7. Результаты испытаний считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений скорости газового потока находится в пределах ± 1 м/с. В противном случае результаты операции поверки считать отрицательными.

9.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений абсолютного давления относительно 1013 гПа

9.2.1 Провести подготовку модуля к работе, согласно руководству по эксплуатации.

9.2.2 Разместить модуль и барометр РТВ330 в непосредственной близости в барокамере. Давление контролируется барометром РТВ330.

9.2.3 Установить в барокамере значение давления – 913 гПа.

9.2.4 Выдержать 30 минут после установления заданного давления. Произвести 2 измерения модулем ($P_{\text{изм}i}$) и записать результат измерений.

9.2.5 Повторить п.9.2.4 для следующих значений давлений: 950, 1013, 1050, 1113 гПа.

9.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений давления (ΔP), для каждого i -го измерения как разность между измеренным значением давления барометра РТВ330 ($P_{\text{эт}}$) и модуля ($P_{\text{изм}}$), по формуле (2):

$$\Delta P = P_{\text{изм}i} - P_{\text{эт}i} \quad (2)$$

9.2.7 Результаты испытаний считать положительными, если в диапазоне измерений абсолютного давления от минус 100 до плюс 100 гПа относительно 1013 гПа значения абсолютной погрешности измерений абсолютного давления находится в пределах ± 2 гПа.

9.3 Определение диапазона измерений температуры газовой пробы и определение абсолютной погрешности измерений температуры газовой пробы

9.3.1 Установить платиновый термометр сопротивления из состава испытываемого ТРФ100 (далее термометр) вместе с термометром сопротивления ЭТС-25 в рабочую область термостата переливного прецизионного ТПП-1.3 (далее термостат). Подключить термометр к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ8.15 (далее измеритель). Задать на термостате температуру 20 °С.

9.3.2 После выхода термостата на режим дождаться достижения дрейфа температуры, определяемого по результатам измерения контрольного СИ, не превышающего 0,01 °С/мин. Произвести не менее 9 измерений испытываемого термометра и контрольного СИ.

При превышении дрейфа температуры, определяемого по результатам измерения контрольного СИ значения 0,01 К/мин в любую минуту измерений, измерения в эту минуту не учитывать.

Вычислить погрешность измерений температуры по формуле:

$$\Delta T_1 = |T_{\text{исп}cp} - T_{\text{э}cp}|, \quad (5)$$

9.3.3 Повторить п. 9.3.1 и 9.3.2 для температуры 0 °С

9.3.4 Установить термометр вместе с контрольным СИ в рабочую область калибратора температуры ЭЛЕМЕР-КТ-650Н (далее калибратор). Подключить контрольное СИ к измерителю. Задать на калибраторе температуру 100 °С.

9.3.5 После выхода калибратора на режим дождаться достижения дрейфа температуры, определяемого по результатам измерения контрольного СИ, не превышающего 0,01 °С/мин. Произвести не менее 9 измерений испытываемого термометра и контрольного СИ.

При превышении дрейфа температуры, определяемого по результатам измерения контрольного СИ значения 0,01 °С/мин в любую минуту измерений, измерения в эту минуту не учитывать.

Вычислить погрешность измерений температуры по формуле:

$$\Delta T_2 = |T_{\text{исп}cp} - T_{\text{э}cp}|, \quad (6)$$

9.3.6 Повторить п. 9.3.4 и 9.3.5 для следующих значений температуры: 200, 300, 400 °С

9.3.7 Результаты испытаний считать положительными, если в диапазоне температур от 0 до 400 °С значения абсолютной погрешности измерений температуры газовой пробы находятся в пределах ± 2 °С.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы, с указанием соответствия средства измерения обязательным требованиям к эталонам.

10.2 При положительных результатах поверки модули признаются годными к применению, при отрицательных результатах поверки модули бракуются и к дальнейшему применению не допускаются.

10.3 Результаты поверки модулей подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению заказчика на модули выдается свидетельство о поверке (при положительных результатах поверки).

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.И. Добровольский