

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора-заместитель по научной работе

ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов



М.п.

02

2020 г.

**ФОТОМЕТРЫ ЛАЗЕРНЫЕ 8587А**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП-640-002-20**

р.п. Менделеево  
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на фотометры лазерные 8587А (далее – фотометры), изготавливаемые компанией «TSI Incorporated», США, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Объем поверки

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения (ПО)	7.3	да	да
4 Определение относительной погрешности измерений массовой концентрации тестового аэрозоля	7.4	да	да

1.2 Поверка фотометров осуществляется в полном объеме. Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При поверке должны быть использованы средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номера пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
<i>Основные средства поверки</i>	
7.2, 7.4	Рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах с относительной погрешностью измерений в допускаемых пределах $\pm 10\%$ по ГОСТ Р 8.606-2004
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
6.1	Натрий хлористый (х.ч.) по ГОСТ 4233-77
6.1	Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72
	Масло вазелиновое медицинское по ГОСТ 3164-78

2.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик фотометра с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с не истекшим сроком действия на время проведения поверки или в документации.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, аттестованные в качестве поверителя, владеющие техникой измерений параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, изучившие настоящую методику

поверки и эксплуатационную документацию на фотометр, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки соблюдать правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый фотометр и средства поверки, правила безопасности при работе с электрооборудованием, питающимся от сети переменного тока напряжением до 1000 В.

#### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку в лаборатории поверителя проводить в следующих условиях:

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

#### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Для проведения поверки по пп. 7.2, 7.4 настоящей методики создать солевой и (или) масляный тестовый аэрозоль в зависимости от заводской градуировки поверяемого фотометра.

6.2 Солевой тестовый аэрозоль создать следующим образом:

а) приготовить 2%-ый раствор хлористого натрия (х.ч.) ГОСТ 4233-77 в дистиллированной воде ГОСТ 6709-72. Количество раствора должно быть достаточным для проведения поверки;

б) на основе полученного раствора с помощью рабочего эталона создать тестовый аэрозоль по методике ГОСТ 12.4.246-2016 с распределением частиц по размерам (аэродинамический диаметр) от 0,02 до 2 мкм при среднемассовом диаметре 0,6 мкм.

6.3 Масляный тестовый аэрозоль создать с помощью рабочего эталона на основе вазелинового масла по методике ГОСТ EN 13274-1-2016 со среднемассовым размером частиц 0,4 мкм.

**Примечание** – Необходимая концентрация солевого тестового аэрозоля указана в соответствующих пунктах настоящей методики. Заданный уровень концентрации контролировать рабочим эталоном.

#### 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

##### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Проверить комплектность представленного на поверку фотометра согласно его эксплуатационной документации. В комплекте должен быть внешний насос с характеристиками согласно руководству по эксплуатации фотометра и заводской сертификат(ы) градуировки фотометра.

**Примечание** – В зависимости от задач при эксплуатации поверяемый фотометр может иметь одну (по солевому или масляному тестовому аэрозолю) градуировочную функцию или две (по солевому и масляному тестовому аэрозолю) градуировочных функций. Во втором случае к поверяемому фотометру должно быть приложено два сертификата градуировки.

7.1.2 Провести внешний осмотр фотометра на предмет:

- наличия, полноты и целостности маркировки;
- отсутствия видимых повреждений и загрязнений, которые могут повлиять на работу фотометра;
- исправности питающего кабеля, разъемов, штуцеров.

7.1.3 Фотометр считать пригодным для проведения поверки, если:

- комплектность достаточна для проведения поверки, в т.ч. имеются соответствующий внешний насос и сертификат(ы) градуировки,
- маркировка четкая и включает все данные, необходимые для идентификации фотометра (тип, заводской номер, год изготовления, данные об изготовителе) и правильного подключения (маркировка разъемов, рабочее напряжение электропитания);
- отсутствуют видимые повреждения и загрязнения;
- питающий кабель, разъемы, штуцеры в исправности.

В противном случае фотометр к поверке не допускается, результаты поверки считать отрицательными.

**Примечание** – Тип и год изготовления включены в заводской номер фотометра: первые четыре знака – тип фотометра (без буквенного индекса), последующие два знака – год изготовления и далее четыре знака – непосредственно заводской номер.

## 7.2 Опробование

7.2.1 Средства поверки: рабочий эталон, тестовый аэрозоль.

**Примечание** – Если поверяемый фотометр отградуирован по двум аэрозолям, то при выполнении данной операции достаточно использовать любой из тестовых аэрозолей, указанных в разделе 6 настоящей методики.

7.2.2 Порядок опробования:

а) осуществить все необходимые подсоединения фотометра, включая подсоединения к вакуумному насосу и к линиям подачи тестового аэрозоля через штуцеры DOWNSTREAM и UPSTREAM и чистого воздуха через штуцер PURGE;

б) включить питание фотометра, при этом должен загореться и далее светится постоянным светом соответствующий индикатор POWER на лицевой панели корпуса;

в) проверить собственный фон фотометра. Для этого установить на фотометре режим продувки нажатием клавиши PURGE, подождать, пока значения на дисплее фотометра стабилизируются (примерно, 10 с), после чего снять показание и занести в протокол поверки. В данном случае показание напряжения измерительного сигнала считается собственным фоном фотометра и не должно быть более  $8 \cdot 10^{-5}$  В;

г) подать в соответствующую линию тестовый аэрозоль с объемным расходом 2 л/мин и любой концентрацией из нормированного диапазона измерений;

д) провести фотометром пробные измерения в двух режимах работы: противопоточном (UPSTREAM) и поточном (DOWNSTREAM). Для этого сначала установить противопоточный режим нажатием соответствующей клавиши UPSTREAM и выдержать до стабилизации показаний (примерно, 20 с), затем продуть фотометр чистым воздухом в режиме PURGE и установить поточный режим нажатием соответствующей клавиши DOWNSTREAM, также выдержать до стабилизации показаний (примерно, 20 с). Работа фотометров в режимах UPSTREAM и DOWNSTREAM должна сопровождаться постоянным свечением индикатора FLOW STATUS.

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если:

- собственный фон не более нормированного значения;
- фотометр проводит измерения в обоих режимах работы UPSTREAM и DOWNSTREAM с отображением результатов измерений на жидкокристаллическом дисплее, при этом световая индикация фотометра правильная.

В противном случае фотометр к дальнейшему проведению поверки не допускается, результаты поверки считать отрицательными.

## 7.3 Идентификация ПО

7.3.1 Версия метрологически значимого ПО (встроенного) отображается на дисплее при включении фотометра. Сравнить отображаемую версию с нормированным значением ПО.

7.3.2 Результаты идентификации ПО считать положительными, если версия ПО не ниже нормированного значения 1.3.1. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

#### 7.4 Определение относительной погрешности измерений массовой концентрации тестового аэрозоля

7.4.1 Средства поверки: рабочий эталон, солевой и (или) масляный тестовые аэрозоли, подготовленные согласно разделу 6 настоящей методики и применяемые в зависимости от градуировки представленного на поверку фотометра.

7.4.2 Порядок выполнения операции:

а) осуществить все необходимые подсоединения фотометра, включая подсоединения к вакуумному насосу и к линиям подачи тестового аэрозоля через штуцеры DOWNSTREAM и UPSTREAM и чистого воздуха через штуцер PURGE;

б) включить питание фотометра;

в) подать в соответствующую линию тестовый аэрозоль с объемным расходом 2 л/мин при концентрациях  $(0,1 \pm 0,05)$ ;  $(1,0 \pm 0,5)$ ;  $(10 \pm 2)$ ;  $(50 \pm 10)$ ;  $(100 \pm 20)$ ;  $(180 \pm 20)$  мг/м<sup>3</sup>. При каждом заданном уровне концентрации снять по 10 показаний фотометра в режимах работы UPSTREAM и DOWNSTREAM. Показания снимать после стабилизации в течение 1 мин через равные промежутки времени. Показания ( $U$ ) фотометра, снятые в режимах UPSTREAM и DOWNSTREAM при каждом заданном уровне концентрации, занести в протокол поверки;

г) по градуировочной функции фотометра определить массовую концентрацию ( $C_{м\text{си}}$ ) тестового аэрозоля относительно каждого измеренного значения  $U$ ;

д) вычислить относительную погрешность измерений массовой концентрации тестового аэрозоля по формуле (1):

$$\delta = \frac{C_{м\text{си}} - C_{м\text{эт}}}{C_{м\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $C_{м\text{эт}}$  – значение массовой концентрации тестового аэрозоля, заданное с помощью рабочего эталона.

7.4.3 Результаты поверки считать положительными, если расчетные значения относительной погрешности измерений массовой концентрации тестового аэрозоля находятся в нормированных пределах  $\pm 20\%$ . В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформить протоколом. Рекомендованная форма протокола приведена в приложении А.

8.2 В свидетельстве указать тестовые аэрозоли, применяемые при поверке.

8.3 При положительных результатах поверки фотометр признается годным и на него выдается свидетельство о поверке утвержденного образца. На свидетельство наносится знак поверки в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

8.4 При отрицательных результатах поверки фотометр к дальнейшей эксплуатации не допускается и на него выписывается «Извещение о непригодности» установленного образца с указанием причин забракования.

Начальник НИО-6  
ФГУП «ВНИИФТРИ»  
Начальник лаборатории 640  
ФГУП «ВНИИФТРИ»  
Ведущий инженер  
лаборатории 640 ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Добровольский

Д.М. Балаханов

Н.Б. Потапова

**Приложение А  
(справочное)**

**Форма протокола первичной поверки**

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

от \_\_\_\_\_  
дата

**Наименование, тип, модификация поверяемого СИ:** \_\_\_\_\_

Заводской номер и дата изготовления СИ \_\_\_\_\_

**Вид поверки** \_\_\_\_\_  
*сведения первичная/периодическая*

**Место проведения поверки** \_\_\_\_\_

**Условия окружающей среды:**

температура, °С \_\_\_\_\_

относительная влажность, % \_\_\_\_\_

атмосферное давление, кПа \_\_\_\_\_

**Наименование нормативного документа по поверке СИ:** \_\_\_\_\_

**Сведения о средствах поверки:** \_\_\_\_\_  
*наименование и обозначение, заводской номер средства поверки,*

*сведения о поверке/аттестации применяемых при поверке средств измерений/испытательного оборудования*

**Результаты поверки:**

**1 Внешний осмотр, проверка комплектности, маркировки**

Вывод: \_\_\_\_\_

**2 Характеристики градуировочной функции СИ** \_\_\_\_\_

**3 Опробование**

собственный фон \_\_\_\_\_

Вывод: \_\_\_\_\_

**4 Идентификация ПО**

Таблица 1 – Результаты идентификации ПО

Идентификационные данные (признаки)	Отображаемое значение	Нормированное (маркированное) значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО		

Вывод: \_\_\_\_\_  
*положительные/отрицательные результаты*

## 5 Определение метрологических характеристик

### 5.1 Определение относительной погрешности измерений массовой концентрации тестового аэрозоля

Таблица 2

$C_{зад}$ мг/м <sup>3</sup>						
Режим измерения UPSTREAM						
$U$ , В						
$C_{си}$ мг/м <sup>3</sup>						
$\delta_{расч.}$ %						
Режим измерения DOWNSTREAM						
$U$ , В						
$C_{си}$ мг/м <sup>3</sup>						
$\delta_{расч.}$ %						
$\delta_{норм.}$ %	±20					
<p><b>Примечание –</b>  <math>C_{зад}</math> – заданное рабочим эталоном значение массовой концентрации тестового аэрозоля;  <math>U_{max}</math> – показание фотометра при измерении на заданном уровне концентрации;  <math>C_{си}</math> – значение массовой концентрации определенное по градуировочной функции фотометра: <math>C_{си} = U_{max}/k</math>, где <math>k</math> – коэффициент соотношения выходного сигнала и массовой концентрации солевого аэрозоля, установленный при выпуске данного фотометра в единицах В/(мг/м<sup>3</sup>) и указанный в сертификате градуировки;  <math>\delta_{расч.}</math> – расчетное значение относительной погрешности измерений массовой концентрации солевого тестового аэрозоля;  <math>\delta_{норм.}</math> – пределы допускаемой относительной погрешности измерений массовой концентрации тестового аэрозоля</p>						

Вывод: \_\_\_\_\_  
положительные/отрицательные результаты

Заключение \_\_\_\_\_  
соответствие установленным в описании типа метрологическим требованиям

Поверитель \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия \_\_\_\_\_