

**УТВЕРЖДАЮ**

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

**ФГУП «ВНИИФТРИ»**

**А.Н. Щипунов**



**10** 2017 г.

**ИНСТРУКЦИЯ**

**ПРОБООТБОРНИКИ АЭРОЗОЛЬНЫЕ  
«Циклон-БИО»**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП-640-038-17**

**р.п. Менделеево**

**2017 г.**

Настоящая методика поверки распространяется на пробоотборники аэрозольные «Циклон-БИО» (далее – пробоотборники), федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), г. Москва, 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 основной погрешности установки объемного расхода воздуха	7.4	да	да
5 Определение эффективности отбора аэрозольных частиц в жидкой фазе	7.5	да	нет

## 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
7.4	Анемометр электронный ЭА-70(0), диапазон измерений скорости потока от 0,1 до 40 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости потока $\pm(0,015 + 0,015V)$ , где $V$ – скорость воздушного потока, м/с
7.5	Рабочий эталон единицы счетной концентрации аэрозольных частиц размером от 0,1 до 10,0 мкм в диапазоне от 100 до $10^7$ дм <sup>-3</sup> , рег. № 3.1.ZZT.0024.2013
7.5	Расходомер–счетчик газа РГТ–6, диапазон измерений объема газа от 1 до 9900 дм <sup>3</sup> , пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода $\pm 1$ %
7.5	Анализатор фотометрический универсальный КФК-3М, диапазон измерений оптической плотности от 0 до 3 е.о.п., диапазон измерений коэффициента пропускания от 0,1 до 100 %, предел допускаемого значения основной абсолютной погрешности измерений 0,5 %
7.5	Аэрозольная камера объемом не менее 2 м <sup>3</sup>

2.2 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.

2.3 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2 настоящей методики, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик пробоотборника с требуемой точностью.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя в соответствии с ГОСТ Р 56069-2014, имеющие высшее или среднетехническое образование, опыт работы в радиоизмерительной или физической сфере не менее 1 года, владеющие техникой измерений параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на пробоотборник, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны выполняться общие правила техники безопасности и производственной санитарии по ГОСТ 12.3.019-80 и ГОСТ 12.1.005-88, а также правила безопасности в эксплуатационной документации на пробоотборники и средств поверки.

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от 10 до 40;
- относительная влажность окружающего воздуха (без конденсата), % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

5.2 Характеристики питающей электрической сети должны соответствовать требованиям:

- напряжение, В (220 ± 22);
- частота переменного тока, Гц (50 ± 1).

### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Пробоотборник должен быть подготовлен к работе согласно соответствующему разделу руководства по его эксплуатации с учетом требований безопасности. В подготовку входят операции:

- установка модуля импактора на опоры,
- соединение модулей пробоотборника шлангом (воздуховодом),
- заливка в резервуар модуля циклона дистиллированной воды,
- подсоединение модулей к сети питания, включение и прогрев.

6.2 Результатом подготовки пробоотборника к работе является выход его на рабочий режим, отсутствие сообщений о сбоях и ошибках.

### 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Проверить визуально комплектность, внешний вид и маркировку пробоотборника согласно его эксплуатационной документации. При проверке внешнего вида удостовериться в отсутствии видимых механических повреждений, которые могут повлиять на работу про-

боотборника, четкости и полноте маркировки, а также наличии пломб от несанкционированного доступа к внутренним частям блока управления.

7.1.2 Пробоотборник считать пригодными для проведения поверки, если:

- комплектность полная согласно эксплуатационной документации пробоотборника;
- маркировочной информации достаточно для идентификации пробоотборника;
- механические повреждения отсутствуют.

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

## 7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании пробоотборника проверить его нормальное функционирование. Критерием нормального функционирования является выполнение пробоотборником функции отбора воздушной пробы при отсутствии сообщений о сбоях и ошибках в работе.

7.2.2 Для проведения опробования пробоотборник должен быть подготовлен к работе в соответствии с разделом 6 настоящей методики поверки. После прогрева запустить процедуру отбора пробы.

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если пробоотборник функционирует нормально. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

## 7.3 Идентификация ПО

7.3.1 Проверить соответствие идентификационных данных встроенного ПО (наименование и версия), отображаемых в соответствующем меню на дисплее пробоотборника, с паспортными данными. Для этого пробоотборник должен быть во включенном состоянии.

7.3.2 Результаты идентификации ПО считать положительными, если наименование и версия ПО согласно данным таблицы 3, соответствующим паспортным данным пробоотборника. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

Таблица 3 Идентификационные данные ПО счетчика

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Cyclone
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.5

## 7.4 Определение относительной погрешности установки объемного расхода воздуха

7.4.1 При выполнении операции использовать эталонный анемометр с первичным преобразователем (зондом-крыльчаткой). Эталонным анемометром производятся замеры скорости потока воздуха в воздухозаборных секциях щелей импактора пробоотборника. Количество контрольных замеров зависит от количества воздухозаборных секций в щели импактора и количества этих щелей при условии одна точка замера – в каждой секции  $j$ -ой щели импактора, измерения проводить через щель. При измерении в контрольной точке необходимо обеспечить плотный герметичный контакт первичного преобразователя анемометра.

7.4.2 Порядок выполнения операции:

а) подготовить пробоотборник к работе в соответствии с разделом 6 настоящей методики, установить первичный преобразователь эталонного анемометра в контрольную точку импактора пробоотборника;

б) задать на дисплее пробоотборника уровень объемного расхода, равный 10 % от верхней границы заявленного диапазона. Включить пробоотборный блок и провести измерение скорости воздушного потока в контрольной точке с помощью анемометра. Время измерения анемометром должно быть не менее 10 с. Результат измерения скорости воздушного потока ( $V_i$ ) занести в протокол поверки;

в) повторить пп. а), б) в каждой контрольной точке пробоотборника;

г) определить среднюю скорость потока воздуха в каждой  $j$ -ой щели импактора пробоотборника по формуле (1)

$$\bar{v}_j = \frac{\sum_{i=1}^z v_{ij}}{z} \cdot \frac{S_0}{S_1}, \quad (1)$$

где  $z$  – количество секций в  $j$ -ой щели импактора пробоотборника,

$S_0$  – площадь первичного преобразователя анемометра,

$S_1$  – площадь щели импактора внутри герметичного контакта контрольной точки;

д) определить объемный расход воздуха на входе каждой  $j$ -ой щели импактора пробоотборника по формуле (2):

$$q_j = S_j \cdot \bar{v}_j \quad (2)$$

где  $S_j$  – площадь  $j$ -ой щели импактора пробоотборника;

е) вычислить общий объемный расход на входе импактора пробоотборника по формуле (3):

$$q = \frac{N}{n} \cdot \sum_{j=1}^n q_j \quad (3)$$

где  $N$  – полное количество щелей импактора пробоотборника,  $n$  – количество щелей импактора пробоотборника, в которых проводились измерения.

ж) вычислить значение относительной погрешности установки объемного расхода в пробоотборнике по формуле (4):

$$\delta = (q_{\text{зад}} - q) \cdot 100/q, \quad (4)$$

где  $q_{\text{зад}}$  – заданное значение объемного расхода воздуха в пробоотборнике.

7.4.3 Повторить операцию по методике п. 7.4.2 при заданных уровнях объемного расхода 50 % и 100 % от верхней границы заявленного диапазона.

**Примечание** – Допускается выполнять операцию только при одном заданном уровне объемного расхода в случае, если пробоотборник эксплуатируется только с одним фиксированным значением объемного расхода.

7.4.4 Результаты поверки считать положительными, если расчетные значения относительной погрешности установки объемного расхода на входе пробоотборника находятся в допускаемых пределах  $\pm 20$  %. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

## 7.5 . Определение эффективности отбора пробы

7.5.1 При выполнении операции использовать государственный рабочий эталон единицы счетной концентрации аэрозольных частиц (далее – рабочий эталон) в комплекте с образцами монодисперсных латексов с размерами частиц от 0,5 и 5 мкм, анализатор фотометрический универсальным, аэрозольную камеру, счетчик-расходомер в режиме измерений объема газа.

7.5.2 Порядок выполнения операции:

а) установить расходомер-счетчик газа на выходе воздушного тракта модуля циклона пробоотборника для контроля объемного расхода отобранного аэрозоля ( $q_{\text{ц}}$ );

б) подготовить пробоотборник к работе согласно разделу 6 настоящей методики, при этом поместив модуль импактора пробоотборника в аэрозольную камеру. Аэрозольная камера при испытании должна быть чистой. Критерий чистоты – отсутствие в объеме аэрозольной камеры частиц размером, соответствующим размеру частиц используемого монодисперсного

латекса, и более. При необходимости осуществить очистку аэрозольной камеры чистым сухим воздухом;

в) с помощью аэрозольного генератора из состава рабочего эталона создать в аэрозольной камере аэрозоль на основе одного из образцов монодисперсных латексов, указанных в п.7.5.1 настоящей методики. Уровень счетной концентрации аэрозоля ( $C_1$ ) должен быть не более  $10^{10} \text{ м}^{-3}$ . Контроль осуществлять рабочим эталоном после стабилизации аэрозоля;

г) задать на пробоотборнике уровень расхода воздуха  $10000 \text{ дм}^3/\text{мин}$ , время отбора пробы ( $t$ )  $10 - 15$  мин и провести пробоотборником ручном режиме процедуру отбора пробы согласно руководству по его эксплуатации. Результатом пробоотбора должна быть жидкая фаза отобранных аэрозольных частиц (проба) объемом от  $2,5$  до  $10 \text{ мл}$ ;

д) провести на анализаторе фотометрическом измерение полученной пробы. Результат измерения оптической плотности ( $D$ ) пробы занести в протокол поверки;

е) определить счетную концентрацию частиц в пробе ( $C_2$ ) в единицах  $\text{м}^{-3}$  по формуле (5):

$$C_2 = \frac{4D \ln 10}{\pi d^2 L Q_{\text{экт}}}, \quad (5)$$

где  $d$  – размер частиц применяемого при испытании монодисперсного латекса, мкм;

$L$  – длина оптического пути кювете с пробой, мм;

$Q_{\text{экт}}$  – коэффициент ослабления, установленный для монодисперсного латекса с размером  $d$  на длине излучения  $\lambda$  анализатора фотометрического.

ж) определить эффективность ( $e$ ) отбора аэрозольных частиц в жидкой фазе по формуле (6):

$$e = \frac{C_2 V}{C_1 q_{\text{ц}} t} 100 \%, \quad (6)$$

где  $V$  – объем жидкой пробы, выданной пробоотборником после завершения процедуры отбора пробы,  $\text{м}^3$ .

7.5.3 Операцию повторить с каждым образцом, указанным в п.7.5.1 настоящей методики.

7.5.4 Результаты поверки считать положительными, если эффективность отбора аэрозольных частиц пробоотборником не менее  $50 \%$ . В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

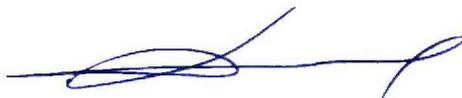
## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

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

Начальник лаборатории 640  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Д.М. Балаханов

Ведущий инженер лаб.640  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Н.Б. Потапова

**Приложение А  
(справочное)**

**Форма протокола поверки**

Протокол поверки № \_\_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_

1 Наименование типа поверяемого средства измерений Пробоотборник аэрозольный «Ци-клон-БИО»

2 Заводской номер и дата выпуска СИ \_\_\_\_\_

3 Наименование предприятия–изготовителя СИ \_\_\_\_\_

4 СИ принадлежит \_\_\_\_\_  
*название организации*

5 Наименование нормативного документа по поверке СИ \_\_\_\_\_

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

7 Условия поверки:  
температура окружающего воздуха, °С \_\_\_\_\_  
относительная влажность воздуха, % \_\_\_\_\_  
атмосферное давление, кПа \_\_\_\_\_  
напряжение питания, В \_\_\_\_\_

8 Сведения о средствах поверки \_\_\_\_\_  
*наименование, обозначение, заводской номер средства поверки,*  
*сведения о поверке/аттестации применяемых при поверке средств измерений/испытательного оборудования*

**9 Результаты поверки:**

8.1 Результаты внешнего осмотра \_\_\_\_\_  
*достаточность комплектности для поверки, отсутствие видимых повреждений и загрязнений, четкость и полнота*  
*маркировки для идентификации СИ и правильного его подключения к источнику питания*

8.2 Результаты опробования \_\_\_\_\_  
*правильность функционирования,*

8.3 Результаты идентификации ПО СИ \_\_\_\_\_  
*соответствие идентификационных данных ПО паспортным данным СИ*

## 8.4 Результаты определения метрологических характеристик:

## 8.4.1 Определение относительной погрешности установки объемного расхода воздуха

Таблица 1 – Результаты измерений

$q_{зад}$ дм <sup>3</sup> /мин	Измеренное значение скорости воздушного потока ( $v_j$ ) в j-ой щели, м/с													
	1			3			5			7			9	
	11			13			15			17			19	

Таблица 2 – Результаты расчета

$q_{зад}$ дм <sup>3</sup> /мин	Расчетные значения средней скорости потока ( $\bar{v}_j$ ) в j-ой щели, м/с													
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19				

Таблица 3 – Результаты расчета

$q_{зад}$ дм <sup>3</sup> /мин	Расчетные значения объемного расхода воздуха ( $q_j$ ) в j-ой щели, м/с													
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19				

Таблица 4 – Результаты расчета

$q_{зад}$ , дм <sup>3</sup> /мин	$q$ дм <sup>3</sup> /мин	$\delta$ , %	$\delta_n$ , %

## Примечание –

$q_{зад}$  – значение объемного расхода воздуха, заданное на пробоотборнике;

$q$  – расчетное значение общего объемного расхода на входе импактора пробоотборника;

$\delta$  – расчетное значение относительной погрешности установки объемного расхода пробоотборника;

$\delta_n$  – заявленные пределы допускаемой относительной погрешности установки объемного расхода пробоотборника

Вывод: \_\_\_\_\_

*положительны/отрицательные результаты*

## 8.4.2 Определение эффективности отбора пробы

Таблица 3 – Результаты определения эффективности отбора пробы

$d$ , мкм	$D_{\text{изм}}$ , е.о.п.	$C_1$ , м <sup>-3</sup>	$C_2$ , м <sup>-3</sup>	$e$ , %	$e_n$ , %
0,5					не менее 50
5,0					

$d$  – размер частиц, используемого при поверке образца монодисперсного латекса;  
 $D_{\text{изм}}$  – измеренное значение оптической плотности отобранной пробоотборником пробы (жидкой фазы отобранных аэрозольных частиц);  
 $C_1$  – уровень счетной концентрации аэрозольных частиц, заданных в аэрозольной камере;  
 $C_2$  – расчетное значение счетной концентрации отобранных аэрозольных частиц в жидкой фазе;  
 $e$  – расчетное значение эффективности отбора пробы;  
 $e_n$  – нормированное значение эффективности отбора пробы

Определение счетной концентрации аэрозольных частиц в жидкой фазе осуществлялся при следующих известных параметрах:

- длина оптического пути кюветы с пробой ( $L$ ) \_\_\_\_\_ мм;
- длина излучения ( $\lambda$ ) анализатора фотометрического \_\_\_\_\_ нм;
- коэффициент ослабления ( $Q_{\text{экт}}$ ) \_\_\_\_\_ для монодисперсного латекса с размером  $d$  на длине излучения  $\lambda$ ;
- объем воздуха  $V$ , прошедший через воздушный тракт модуля циклона пробоотборника за время отбора  $t$ , равное \_\_\_\_\_ мин.

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

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

\_\_\_\_\_ годен/не годен к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Поверитель \_\_\_\_\_  
 Дата \_\_\_\_\_

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