

УТВЕРЖДАЮ

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

ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

06

2019 г.

Счетчики аэрозольных частиц Lighthouse

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-640-010-19

**р.п. Менделеево
2019 г.**

Настоящая методика поверки распространяется на счетчики аэрозольных частиц Lighthouse (далее – счетчики), изготавливаемые компанией «Lighthouse Worldwide Solutions», 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	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения (ПО)	6.3	да	да
4 Определение абсолютной погрешности установки номинального объемного расхода отбираемой пробы	6.4	да	нет
5 Определение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц	6.7	да	да
6 Определение распределения аэрозольных частиц по размерам	6.5	да	да
7 Определение эффективности счета аэрозольных частиц	6.6	да	нет

1.2 Допускается проведение периодической поверки в отдельных измерительных каналах в зависимости от задач при эксплуатации счетчика. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

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>	
6.5; 6.6, 6.7	Рабочий эталон единицы счетной концентрации аэрозольных частиц с относительной погрешностью измерений в допускаемых пределах ± 10 % по ГОСТ 8.606-2012
6.4	Расходомер-счетчик* газа РГТ-7, диапазон измерений объемного расхода от 5 до 100 дм ³ /мин, пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода газа ± 1 %, диапазон измерений объема газа от 1,0 до 9900 дм ³ , пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема газа ± 1 %
6.2, 6.4	Секундомер механический СОПр-26-2, емкость секундной и минутной шкал 60 с, класс точности 2

Продолжение таблицы 2

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>Вспомогательные средства поверки</i>	
6.2	Фильтр НЕРА, класс очистки не хуже Н13 по ГОСТ Р ЕН 1822-1-2010
6.6	Натрий хлористый марки ч.д.а. ГОСТ 4233-77
6.2, 6.3, 6.5, 6.6, 6.7	Персональный компьютер с операционной системой на базе Windows 8.1 и старше, оперативная память не менее 2 ГБ

2.2 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик счетчика 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 счетчик, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый счетчик и средства поверки, а также правила безопасности при работе с электрооборудованием, питающемся от сети переменного тока напряжением до 1000 В.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 30;
- относительная влажность, %, не более до 80 (без конденсата).

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверить комплектность счетчика согласно его эксплуатационной документации. На первичную поверку счетчиков модификаций АрехR обязательно предъявлять ПО для отображения результатов измерений, на периодическую поверку – по требованию поверителя.

6.1.2 Провести внешний осмотр счетчика на предмет:

- наличия, полноты и целостности маркировки;
- отсутствия повреждений, которые могут повлиять на работу счетчика;
- исправности пробоотборных штуцеров, разъемов, кабелей, отсутствия окислений электрических контактов в аккумуляторном отсеке (модификация АрехZ);
- отсутствия видимых загрязнений пробоотборных штуцеров.

6.1.3 Счетчик считать пригодными для проведения поверки, если:

- его комплектность достаточна для проведения поверки;
- маркировка четкая и включает достаточно сведений для идентификации счетчика (тип, модификация, заводской номер, год изготовления, сведения об изготовителе) и требования к электропитанию;
- отсутствуют видимые повреждения и загрязнения;
- пробоотборные штуцеры, разъемы, кабели, электрические контакты (в модификациях АрехZ) в исправности.

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

6.2 Опробование

6.2.1 Средства поверки: секундомер, фильтр НЕРА с классом очистки не хуже Н13.

6.2.2 Опробование включает проверку нормального функционирования и собственного фона счетчика.

6.2.3 Нормальное функционирование счетчика проверить при проведении пробного измерения, используя в качестве тестовой пробы окружающий воздух. Для выполнения данной операции счетчик следует включить и запустить процесс измерения. При отсутствии собственного дисплея счетчик следует подключить к компьютеру с предустановленной программой для отображения данных.

Счетчик модификации АрехZ функционирует нормально, если:

- при включении питания индикатор питания горит зеленым светом, на дисплее отображается главное меню;
- при запуске процедуры измерений сначала начинается отбор воздушной пробы, сопровождающийся миганием индикатора пробоотбора синим или зеленым светом (в зависимости от установки функции аварийной сигнализации), затем – непосредственно процесс измерения, сопровождающийся постоянным зеленым свечением соответствующего индикатора;
- на дисплее отображаются результаты измерений по измерительным каналам;
- сообщения об ошибках и сбоях в работе отсутствуют.

Счетчик модификации АрехR функционирует нормально, если:

- при подаче питания индикатор питания горит зеленым светом, на экране компьютера отображаются версия ПО, модификация и заводской номер счетчика, согласно маркировке изготовителя;
- при запуске процедуры измерений осуществляется отбор пробы. При этом индикатор пробоотбора горит зеленым светом, индикатор измерений – синим светом, индикатор сервисного обслуживания не активен.

6.2.4 Для проверки собственного фона на пробоотборный вход счетчика установить фильтр НЕРА, включить счетчик и запустить процесс измерения. В течение 5 мин контролировать показания счетчика, которые в данном случае являются собственным фоном.

6.2.5 Результат опробования считать положительным, если счетчик функционирует нормально, сообщения о сбоях и ошибках в его работе отсутствуют, собственный фон составляет не более 1 импульс за 5 мин. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

6.3 Идентификация ПО

6.3.1 Для выполнения данной операции необходимо включить счетчик и войти в диалоговое окно «About Screen», при этом счетчики модификации АрехR должны быть подсоединены к компьютеру. В окне «About Screen» должна отображаться следующая информация о счетчике:

- модификация;
- заводской номер;
- название и номер версии встроенного ПО.

6.3.2 Сравнить отображаемые данные с данными о ПО в эксплуатационной документации счетчика, а также с его маркировкой.

6.3.3 Результаты идентификации ПО считать положительными, если наименование и версия ПО соответствуют данным эксплуатационной документации счетчика согласно таблице 3, сведения о счетчике совпадают с его маркировкой. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MEAN Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.00.003

6.4 Определение абсолютной погрешности установки номинального объемного расхода отбираемой пробы

6.4.1 Средства поверки: расходомер-счетчик газа, секундомер. В качестве тестового азрозоля использовать окружающий воздух.

6.4.2 Данную операцию допускается проводить двумя способами: непосредственным измерением объемного расхода поверяемого счетчика или определением объемного расхода по количеству воздуха, прокаченного через счетчик за определенное время. При первом способе расходомер-счетчик газа применяется в режиме измерения объемного расхода, при втором – в режиме измерения объема газа.

6.4.3 Порядок выполнения операции с применением расходомера-счетчика газа в режиме измерения объемного расхода:

- включить счетчик и запустить процесс измерения;
- в процессе пробоотбора счетчика снять 3 – 4 показания ($Q_{эт}$) расходомера-счетчика газа в режиме измерений объемного расхода. Измерения проводить в течение 5 мин через равные промежутки времени. Измеренные значения занести в протокол поверки;
- определить абсолютную погрешность установки номинального объемного расхода счетчика согласно п. 6.4.5 настоящей методики.

6.4.4 Порядок выполнения операции с применением расходомера счетчика газа в режиме измерения объема газа:

- включить счетчик и запустить процесс измерения;
- в процессе пробоотбора счетчика измерить расходомером-счетчиком газа объем воздуха ($V_{эт}$), прокачиваемого через счетчик за 1 мин. Время отбора контролировать секундомером. Измеренное значение занести в протокол поверки.
- вычислить объемный расход пробы и погрешность его установки в счетчике по п. 6.4.5 настоящей методики.

6.4.5 Обработка результатов измерений:

- рассчитать объемный расход пробы по формуле (1):

$$Q_{эт} = \frac{V_{эт}}{t}, \quad (1)$$

где t – время прокачки воздушной пробы через поверяемый счетчик, мин.

- рассчитать абсолютную погрешность установки номинального объемного расхода пробы в счетчике по формуле (2):

$$\Delta = Q_{н\text{си}} - Q_{эт} \quad (2)$$

где $Q_{н\text{си}}$ – нормированное для поверяемого счетчика значение номинального объемного расхода, $\text{дм}^3/\text{мин}$.

6.4.6 Результат поверки считать положительным, если расчетные значения абсолютной погрешности установки номинального объемного расхода счетчиков находятся в допускае-

мых пределах: $\pm 0,15$ дм³/мин (модификации ApexR02p, ApexR03p, ApexR05p), $\pm 1,4$ дм³/мин (модификации ApexR3p, ApexR5p, ApexZ3), ± 5 дм³/мин (модификация ApexZ50).

6.5 Определение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц

6.5.1 Средства поверки: рабочий эталон, тестовый аэрозоль на основе монодисперсного латекса. Для поверки использовать образец монодисперсного латекса в 1,5-2 раза меньше наибольшего порогового значения счетчика (при поверке в полном объеме) или наибольшего порогового значения поверяемых измерительных каналов (при сокращенной поверке по отдельным измерительным каналам счетчика). При этом СКО размеров латексных частиц должно быть не более 5 %.

6.5.2 Предварительно собрать схему поверки согласно рисунку 1.



Рисунок 1 – Схема поверки

6.5.3 Порядок выполнения операции:

а) с помощью эталонного генератора аэрозолей подать на пробоотборный вход счетчиков тестовый аэрозоль с концентрацией $40, 10^2, 10^3, 10^5, 10^7$ м⁻³. Концентрацию контролировать рабочим эталоном. Допускается отклонение от указанных концентраций не более 30 %;

б) при каждом заданном значении концентрации тестового аэрозоля (после его стабилизации) снимать показания счетчиков. Показания счетчика ($C_{си}$) и рабочего эталона ($C_{эт}$) занести в протокол испытаний;

в) вычислить погрешность измерений счетчика согласно п. 6.5.4 настоящей методики.

6.5.4 Обработка результатов измерений:

а) вычислить относительную погрешность измерений счетной концентрации по формуле (3):

$$\delta = \frac{C_{си} - C_{эт}}{C_{эт}} \cdot 100 \%. \quad (3)$$

6.5.5 Результат поверки считать положительными, если расчетные значения относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц находятся в пределах ± 20 %. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

6.6 Определение распределения аэрозольных частиц по размерам

6.6.1 Средства поверки: рабочий эталон, 2 % раствор хлористого натрия (для создания тестового аэрозоля).

6.6.2 Собрать предварительно схему поверки согласно рисунку 1.

6.6.3 Порядок выполнения операции:

а) создать эталонным генератором тестовый аэрозоль концентрацией не менее 75 % от верхней границы заявленного диапазона измерений. Уровень концентрации контролировать рабочим эталоном;

б) после стабилизации тестового аэрозоля включить поверяемый счетчик и запустить процесс измерения. Снять одновременно показания счетчика в каждом измерительном канале и функцию распределения частиц по размерам на эталоне $C_{эт}(d)$. Результаты измерений должны быть в дифференциальном виде;

г) вычислить погрешность измерений счетной концентрации частиц в размерных диапазонах, соответствующих пороговым интервалам счетчика, согласно п. 6.5.4 настоящей методики. Считать, что счетчик распределяет частицы правильно, если расчетные значения погрешности измерений счетной концентрации частиц в пороговых интервалах счетчика находятся в допусках $\pm 20\%$.

6.6.4 Результат поверки считать положительным, если счетчик распределяет частицы по размерам правильно. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

6.7 Определение эффективности счета аэрозольных частиц

6.7.1 Средства поверки: рабочий эталон, тестовые аэрозоли на основе образцов монодисперсных латексов. Для поверки использовать два образца монодисперсных латексов: один – с размером частиц, равным наименьшему пороговому значению счетчика, другой – в 1,5-2 раза больше этого значения. При этом СКО размеров латексных частиц должно быть не более 5 %.

6.7.2 Предварительно собрать схему поверки согласно рисунку 1 настоящей методики.

6.7.3 Порядок выполнения операции:

а) создать эталонным генератором тестовый аэрозоль на основе одного из латексов с концентрацией не более 75 % от верхней границы нормированного для счетчика диапазона измерений. Концентрацию контролировать рабочим эталоном;

б) после стабилизации тестового аэрозоля включить поверяемый счетчик и запустить процедуру измерения в интегральном режиме. Снять одновременно показания поверяемого счетчика в измерительном канале с наименьшим пороговым значением ($C_{си}$) и рабочего эталона в соответствующем размерном диапазоне частиц ($C_{эт}$). Показания занести в протокол поверки.

в) вычислить эффективность счета по формуле (4):

$$\varepsilon = \frac{C_{си}}{C_{эт}} \cdot 100 \% \quad (4)$$

6.7.4 Повторить операцию по п.6.7.3 настоящей методики с тестовым аэрозолем на основе второго монодисперсного латекса.

6.7.5 Результат поверки считать положительным, если эффективность счета аэрозольных частиц на пороге измерительного канала счетчика составляет от 30 до 70 %, внутри измерительного канала – от 90 до 110 %. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки оформить протоколом. Рекомендованная форма протокола первичной поверки приведена в приложении А, периодической поверки – в приложении Б.

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

7.3 В случае поверки счетчика в отдельных измерительных каналах в свидетельстве о поверке указываются измерительные каналы, в которых счетчик признается годным.

7.4 При отрицательных результатах поверки счетчик к дальнейшей эксплуатации не допускается и на него выписывается извещение о непригодности установленного образца с указанием причин бракования.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Д.М. Балаханов

Ведущий инженер
лаборатории 640 ФГУП «ВНИИФТРИ»



Н.Б. Потапова

**Приложение А
(справочное)**

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКИ

Наименование, тип и модификация поверяемого СИ: _____

Заводской номер и дата выпуска СИ _____

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 Опробование

Вывод: _____

3 Идентификация ПО

Таблица 1 – Идентификация ПО

Идентификационные данные (признаки)	Отображаемое значение	Нормированное (маркированное) значение
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер) ПО		
Тип, модификация СИ		
Зав. № СИ		

Вывод: _____

4 Определение метрологических характеристик

4.1 Определение относительной погрешности установки номинального объемного расхода. Результаты поверки с применением эталонного расходомера-счетчика газа в режиме измерения объемного расхода – в таблице 1, в режиме измерения объема газа – в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты измерений и расчета

$Q_{СИ\ ном},$ $дм^3/мин$	$Q_{эт\ изм},$ $дм^3/мин$				$\Delta Q, \%$				$\Delta Q_{норм}, \%$
	1	2	3	4	1	2	3	4	

Таблица 2 – Результаты измерений и расчета

$Q_{СИ\ ном},$ $дм^3/мин$	$V_{эт\ изм},$ $дм^3$	$t,$ мин	$Q_{эт},$ $дм^3/мин$	$\Delta Q, \%$	$\Delta Q_{норм}, \%$

Примечание –

$Q_{\text{СИ ном}}$ – номинальное значение объемного расхода пробы, нормированное для поверяемого счетчика;

$Q_{\text{Эт изм}}$ и $Q_{\text{Эт}}$ – значение объемного расхода, определенное с помощью эталонного расходомера-счетчика газа;

$V_{\text{Эт изм}}$ – объем пробы, измеренный эталонным расходомером-счетчиком газа;

t – время прокачки измеренного объема газа;

ΔQ – расчетное значение абсолютной погрешности установки номинального объемного расхода;

$\Delta Q_{\text{норм}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности установки номинального объемного расхода.

Вывод: _____

положительные/отрицательные результаты

4.2 Определение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц

Таблица 3 – Результаты измерений и расчета

$C_{\text{СИ изм}}, \text{М}^{-3}$ при $C_{\text{Эт}}$				$\delta, \%$	$\delta_{\text{норм}}, \%$

Примечание –

δ – расчетное значение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц;

$\delta_{\text{норм}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц.

Вывод _____

положительные/отрицательные результаты

4.3 Определение распределения аэрозольных частиц по размерам

Таблица 4 – Результаты измерений

СИ	Измеренное значение счетной концентрации (C_i), дм^{-3} в i -ом измерительном канале					
	МКМ	МКМ	МКМ	МКМ	МКМ	МКМ
Поверяемый счетчик						
Рабочий эталон						

Таблица 5 – Результаты расчета

Расчетные значения относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц в i -ом измерительном канале счетчика, дм^{-3}						$\delta_{\text{Снорм}}, \%$
МКМ	МКМ	МКМ	МКМ	МКМ	МКМ	

Вывод: _____

положительные/отрицательные результаты

4.4 Определение эффективности счета аэрозольных частиц

Таблица 6 – Результаты измерений и расчета

$d, \text{МКМ}$	$C_{\text{СИ}}, \text{М}^{-3}$	$C_{\text{Эт}}, \text{М}^{-3}$	$\mathcal{E}_{\text{СИ}}, \%$	$\mathcal{E}_{\text{норм}}, \%$

**Приложение Б
(справочное)**

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ

от _____
дата

Наименование, тип и модификация поверяемого СИ: _____

Заводской номер и дата выпуска СИ _____

Условия окружающей среды:

температура, °C _____

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 Опробование

Вывод: _____

3 Идентификация ПО

Таблица 1 – Идентификация ПО

Идентификационные данные (признаки)	Отображаемое значение	Нормированное (маркированное) значение
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер) ПО		
Модификация СИ		
Зав. № СИ		

Вывод: _____

4 Определение метрологических характеристик

4.1 Определение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц

Таблица 2 – Результаты измерений и расчета

$C_{СИ\text{ изм.}} \cdot M^{-3}$ при $C_{Эт}$			$\delta, \%$	$\delta_{норм}, \%$

Примечание –

δ – расчетное значение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц;

$\delta_{норм}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц.

Вывод _____

положительные/отрицательные результаты

4.2 Определение распределения аэрозольных частиц по размерам

Таблица 3 – Результаты измерений

СИ	Измеренное значение счетной концентрации (C_i), дм^{-3} в i -ом измерительном канале					
	_____ МКМ	_____ МКМ	_____ МКМ	_____ МКМ	_____ МКМ	_____ МКМ
Поверяемый счетчик						
Рабочий эталон						

Таблица 4 – Результаты расчета

Расчетные значения относительной погрешности измерений счетной концентрации частиц σ в i -ом измерительном канале счетчика, дм^{-3}						$\delta_{\text{Снорм}}, \%$
_____ МКМ	_____ МКМ	_____ МКМ	_____ МКМ	_____ МКМ	_____ МКМ	

Вывод: _____
положительные/отрицательные результаты

Заключение _____
соответствие установленным в описании типа метрологическим требованиям

Поверитель

подпись_____
инициалы, фамилия