СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального

директора-заместитель по научной работе

ФГУП «ВНИИФТРИ»



_____ А.Н. Щипунов

М.п.

«01» 07 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Счетчики аэрозольных частиц AeroTrak+

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-640-004-26

пгт. Менделеево
2026 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на счетчики аэрозольных частиц AeroTrak+ (далее – счетчик) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Счетчик подлежит первичной поверке до ввода его в эксплуатацию. Периодической поверке подлежит счетчик, находящийся в эксплуатации, на хранении и после ремонта.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	*Значение*
Диапазон измерений счетной концентрации аэрозольных частиц, $м^{-3}$	от 10^3 до $1{,}3 \cdot 10^8$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц, %	±20
Номинальный объемный расход отбираемой аэрозольной пробы для модификаций, $дм^3$/мин: A100-31 A100-35 A100-50	 28,3 50 100
Пределы допускаемой относительной погрешности объемного расхода отбираемой аэрозольной пробы относительно номинального значения, %	±5

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках поверки, проводимой по данной методике, обеспечивается передача единицы счетной концентрации аэрозольных частиц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов ГЭТ 163-2020.

1.5 При определении метрологических характеристик используется метод непосредственного сравнения результата измерений поверяемого счетчика со значением счетной концентрации аэрозольных частиц, определенным эталоном.

1.6 Допускается проведение периодической поверки в отдельных измерительных каналах счетчика.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Объем поверки

Наименование операции поверки	*Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки*	*Обязательность выполнения операции при*	
		первичной поверке	*периодической поверке*
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
2.1 Контроль условий поверки	8.1	Да	Да
2.2 Подготовка к поверке	8.2	Да	Да
2.3 Опробование	8.3	Да	Да

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	*Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки*	*Обязательность выполнения операции при*	
		первичной поверке	*периодической поверке*
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
4.1 Определение относительной погрешности объемного расхода отбираемой аэрозольной пробы относительно номинального значения	10.1	Да	Да
4.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц	10.2	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку проводить в следующих условиях:

– температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 35;

– относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;

– атмосферное давление, кПа от 84 от 106,7.

3.2 Характеристики питающей электрической сети должны быть следующие:

– напряжение переменного тока, В от 198 до 242;

– частота переменного тока, Гц от 49 до 51.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднее техническое 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.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При поверке должны быть использованы средства, 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 средств поверки*
п.8.1 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 35 °С с абсолютной погрешностью в пределах ±1 °С. Средство измерений относительной влажности воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью в пределах ±2 %.	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 мод. ИВТМ-7/4 с первичным преобразователем ИПТВ-03-01, рег. №* 15500-12.

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	*Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки*	*Перечень рекомендуемых средств поверки*
	Средство измерений атмосферного давления от 80 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью в пределах ±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 ±0,1 Гц	Барометр рабочий сетевой БРС-1М-3, рег. № 16006-97. Мультиметр цифровой Fluke 17B+, рег. № 59778-15
п.8.3 Опробование	Фильтр очистки воздуха HEPA, класс очистки не хуже H13 по ГОСТ Р 71176-2023. Средство контроля времени отбора пробы, диапазон измерений не менее 30 мин с погрешностью измерений до 1 мин	Фильтр HEPA, класс очистки не хуже H13 по ГОСТ Р 71176-2023. Секундомер механический СОСпр-2а, рег.№ 11519-06
п. 10.1 Определение относительной погрешности объемного расхода отбираемой аэрозольной пробы относительно номинального значения	Средства измерений объемного расхода газа от 20 до 110 дм^3/мин с относительной погрешностью в пределах ±2 %. Средство контроля времени отбора пробы, диапазон измерений не менее 30 мин с погрешностью измерений до 1 мин	Расходомер-счетчик газа РГТ модификации РГТ-6, рег. № 51713-18. Счетчик газа барабанный TG модификации TG 25, рег. № 49356-12. Секундомер механический СОСпр-2а, рег.№ 11519-06
п.10.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц	Эталон единицы счетной концентрации аэрозольных частиц, соответствующий требованиям не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2021 № 3105. Средство контроля времени отбора пробы, диапазон измерений не менее 30 мин с погрешностью измерений до 1 мин *Для создания тестового аэрозоля:* Полидисперсный материал с распределением частиц от 0,3 до 10 мкм	Государственный рабочий эталон единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов в диапазоне значений размеров частиц от 0,01 до 1000 мкм, счетной концентрации частиц от 10 до 10^{12} дм$^{-3}$, массовой концентрации частиц от 0,01 до 10000 мг/м^3, рег. № 3.1.ZZT.0224.2016 Секундомер механический СОСпр-2а, рег.№ 11519-06 2 % раствор хлористого натрия марки ч.д.а по ГОСТ 4233-77
* «рег. №___» – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.		

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

5.3 Все средства поверки должны быть исправны. Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены, эталоны аттестованы, результаты поверки должны быть в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений с неистекшим сроком действия на время проведения поверки счетчика.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

7 Внешний осмотр

7.1 Проверить комплектность счетчика на соответствие паспорту. Компьютерный кабель и разъем двухконтактный для подключения сигнализации допускается не включать в комплектность при представлении счетчика на поверку.

7.2 Провести внешний осмотр счетчика на предмет:

– соответствия внешнего вида описанию типа;

– отсутствия видимых повреждений и загрязнений, которые могут повлиять на работу счетчика;

– исправности комплектующих изделий, в том числе блока питания со шнуром питания и (или) аккумуляторной батареи;

– наличия, полноты и целостности маркировки.

Примечание – Питание счетчика может осуществляться как от сети переменного тока, так и от аккумуляторной батареи. Если счетчик на поверку представлен с аккумуляторной батареей, то она должна быть в заряженном состоянии.

7.3 Счетчик считать пригодным к проведению поверки, если:

– комплектность достаточна для проведения поверки;

– внешний вид соответствует описанию типа;

– отсутствуют видимые повреждения и загрязнения;

– комплектующие изделия, в том числе блок со шнуром питания и (или) аккумуляторная батарея в исправности;

– имеется четкая маркировка. В маркировку включены идентификационные данные счетчика (тип, модификация, серийный номер, дата изготовления, сведения об изготовителе).

В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

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) и питающей сети (напряжение и частоту переменного тока и напряжения). Параметры должны соответствовать требованиям раздела 3 настоящей методики поверки.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Для проведения измерений подготовить счетчик к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации, включая установку в рабочее положение, подсоединение к источнику питания.

8.3 Опробование

8.3.1 Опробование включает проверку нормального функционирования и собственного фона счетчика.

8.3.2 Для проверки нормального функционирования:

– установить счетчик в рабочем положении на горизонтальную поверхность и включить. При включении мигают красным светом индикаторы состояния и начинается загрузка программного обеспечения (далее – ПО), как показано на рисунке 1. Во время загрузки автоматически осуществляется функциональная проверка счетчика, после которой при нормальном функционировании индикаторы состояния загораются зеленым светом, появляется главный экран, при этом кнопка запуска процесса измерений (**START**) активна, а также появляется информационное сообщение о готовности счетчика к работе (**Ready for Measurement**);

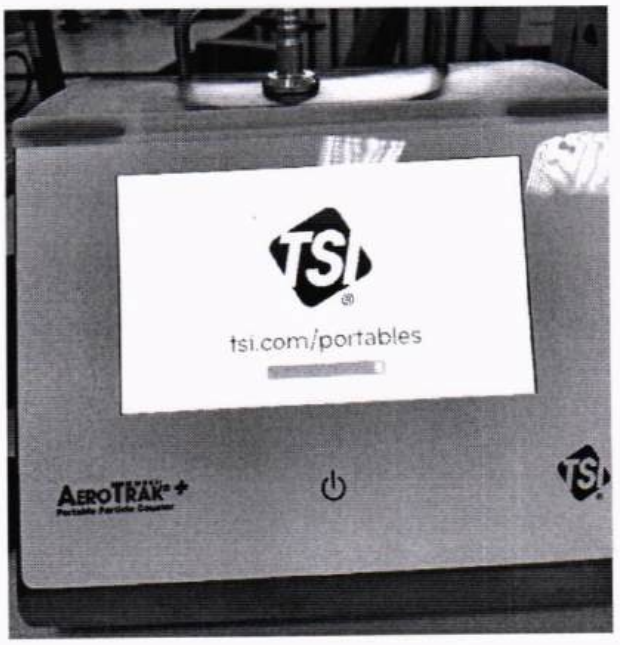


Рисунок 1 – Загрузка ПО

– провести пробное измерение в течение 1 мин в ручном режиме **Manual**, используя в качестве пробы воздух окружающей среды. В нижней строке состояния на дисплее счетчика отображаются параметры отбора пробы: тип отбираемого газа (**Sample Gas**), объемный расход (**Volume**), с которым ведется отбор, и время отбора (**Sample Time**). Отображаемый объемный расход должен соответствовать поверяемому счетчику: 28,3 дм^3/мин (0,0283 м^3/мин) – для модификации А100-31, 50,0 дм^3/мин (0,05 м^3/мин) – для модификации А100-35, 100 дм^3/мин (0,1 м^3/мин) – для модификации А100-50.

8.3.3 Для определения собственного фона установить на пробоотборный вход счетчика фильтр очистки воздуха от частиц размером 0,2 мкм и более, подготовить счетчик к работе и провести измерение в течение 15 мин. В этом случае показания счетчика соответствуют собственному фону.

8.3.4 Результаты опробования считать положительными, если счетчик функционирует нормально, собственный фон не более 1 счета/за 15 мин. В противном случае поверку далее не проводить, результаты поверки считать отрицательными.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Включить счетчик, сличить версию метрологически значимого ПО, отображаемую на экране **Menu→Settings→Information**, с указанной в описании типа.

9.2 Результаты операции поверки считать положительными, если отображаемая версия метрологически значимого ПО не ниже значения 1.3.2. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности объемного расхода отбираемой аэрозольной пробы относительно номинального значения

10.1.1 При выполнении операции в качестве тестовой пробы использовать воздух окружающей среды.

10.1.2 Выполнить операцию следующим образом:

а) установить на пробоотборном входе счетчика расходомер-счетчик газа или счетчик газа барабанный в зависимости от расхода поверяемой модификации счетчика. При поверке модификаций А100-31 с расходом 28,3 дм^3/мин и А100-35 с расходом 50 дм^3/мин использовать расходомер-счетчик газа РГТ-6, при поверке модификации А100-50 с расходом 100 дм^3/мин – счетчик газа барабанный TG 25;

б) включить счетчик, установить ручной режим **Manual** и запустить процесс отбора пробы нажатием кнопки **START** на главном экране. Отбор пробы осуществлять в течение 5 мин. Во время процесса отбора снять пять показаний объемного расхода на расходомере-счетчике газа/счетчике газа барабанном через равные промежутки времени. Показания занести в протокол поверки.

10.1.3 Вычислить относительную погрешность объемного расхода отбираемой счетчиком аэрозольной пробы (δ_{Qi}, %) по формуле (1):

$$\delta_{Qi} = \frac{Q_{изм i} - Q_{ном}}{Q_{ном}}, \quad (1)$$

где $Q_{ном}$ – нормированный номинальный объемный расход отбираемой аэрозольной пробы, дм^3/мин (для модификаций А100-31 – 28,3 дм^3/мин, А100-35 – 50 дм^3/мин, А100-50 –100 дм^3/мин);

$Q_{изм\ i}$ – значение объемного расхода отбираемой аэрозольной пробы, измеренное расходомером-счетчиком газа/счетчиком газа барабанным, дм^3/мин.

10.1.4 Результаты операции поверки считать положительными если, относительная погрешность объемного расхода отбираемой аэрозольной пробы находится в допускаемых пределах ±5 % относительно номинальных значений 28,3 дм^3/мин (для модификации А100-31), 50 дм^3/мин (для модификации А100-35) и 100 дм^3/мин (для модификации А100-50). В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

10.2 Проверка диапазона и определение относительной погрешности измерений счетной концентрации аэрозольных частиц

10.2.1 При выполнении операции поверки для создания тестового аэрозоля использовать 2 % раствор хлористого натрия марки ч.д.а по ГОСТ 4233-77, размеры частиц которого охватывают пороговый диапазон поверяемого счетчика.

10.2.2 Выполнить операцию следующим образом:

а) Собрать схему согласно рисунку 2. Подсоединить пробоотборный вход поверяемого счетчика к аэрозольной камере с помощью пробоотборной трубки.



Рисунок 2 – Схема поверки

б) Установить одинаковые параметры измерений на поверяемом счетчике и счетчике аэрозольных частиц из состава рабочего эталона (далее – эталонный счетчик): процесс измерений – циклический, количество циклов 5, продолжительность цикла 1 мин, формат представления результатов измерений – дифференциальный. Пороги измерительных каналов эталонного счетчика должны соответствовать порогам поверяемого счетчика.

в) Сгенерировать в аэрозольной камере тестовый аэрозоль с концентрацией (1500 ± 500) $м^{-3}$, контролируя уровень счетной концентрации рабочим эталоном.

г) Запустить процесс измерений на поверяемом и эталонном счетчиках одновременно. Снимать показания поверяемого и эталонного счетчиков в измерительных каналах в конце каждого i-го цикла измерения. Показания занести в протокол поверки.

д) Повторить действия в) и г) при концентрациях тестового аэрозоля (10 000 ± 5000), (100 000 ± 50000), (1 000 000 ± 500 000), (100 000 000 ± 30 000 000) $м^{-3}$.

10.2.3 Выполнить следующие расчеты:

а) Вычислить относительную погрешность измерений счетной концентрации аэрозольных частиц (δ_{Ci}, %) в измерительных каналах по формуле (2):

$$\delta_{Ci} = \frac{C_{сиi} - C_{эт\,i}}{C_{эт\,i}} \cdot 100, \qquad (2)$$

где $C_{си\,i}$ – показание поверяемого счетчика в данном измерительном канале при i-ом измерении, $м^{-3}$;

$C_{эт\,i}$ – показание эталонного счетчика в данном измерительном канале при i-ом измерении, $м^{-3}$.

б) Вычислить общие концентрации аэрозольных частиц, просуммировав показания в измерительных каналах поверяемого счетчика и показания в измерительных каналах эталонного счетчика при каждом i-м измерении. По полученным данным определить относительную погрешность измерений по формуле (2), где за $C_{си\,i}$ и $C_{эт\,i}$ принимаются расчетные значения общих концентраций.

10.2.4 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений счетной концентрации аэрозольных частиц находится в допускаемых пределах ±20 % в нормированном диапазоне от 10^3 до $1{,}3 \cdot 10^8$ $м^{-3}$. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы.

11.2 При положительных результатах поверки счетчик признается годным, при отрицательных результатах поверки счетчик бракуется и к дальнейшей эксплуатации не допускается.

11.3 Результаты поверки счетчика подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца счетчика или лица, представившего его на поверку, на счетчик выдается свидетельство о поверке (при положительных результатах поверки) с нанесенным на него знаком поверки или извещение о непригодности к применению (при отрицательных результатах поверки) с указанием причин забракования.

11.4 В случае поверки счетчика в отдельных измерительных каналах в сведениях о результатах поверки указываются измерительные каналы, в которых счетчик признается годным.

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