

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО



Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

м. п. 23 марта 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Анализаторы концентрации взвешенных частиц
Эко-ДМ GP100**

Методика поверки

МП-242-2661-2026

Руководитель научно-исследовательского
отдела госэталонов в области физико-
химических измерений

А.В. Колобова

Руководитель лаборатории госэталонов и
научных исследований в области измерений
параметров дисперсных сред

Д.Н. Козлов

Ведущий инженер лаборатории госэталонов и
научных исследований в области измерений
параметров дисперсных сред

Д.А. Власов

г. Санкт-Петербург
2026 г.

1. Общие положения

1.1. Настоящий документ устанавливает методику первичной и периодической поверки анализаторов концентрации взвешенных частиц Эко-ДМ GP100 (далее – анализаторы).

1.2. Методика поверки обеспечивает прослеживаемость к следующим эталонам: Государственному первичному специальному эталону единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах ГЭТ 164-2016 согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2021 г. № 3105; Государственному первичному эталону единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм ГЭТ 156-2015 согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм, утверждённой приказом Росстандарта от 27 ноября 2018 г. № 2517.

1.3. Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки: непосредственное сличение поверяемого средства измерений с эталоном той же единицы величины; прямые измерения поверяемым средством измерений величины, воспроизводимой мерой.

1.4. Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава анализаторов для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

1.5. При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

1.6. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2. Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
1) при измерении массовой концентрации пыли	Да	Нет	10.1
2) при измерении спектрального коэффициента направленного пропускания	Да	Да	10.2

2.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 75 %.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются поверители, имеющие квалификацию не ниже инженера и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2. Допускается привлекать к проведению работ по поверке сотрудников предприятия-владельца анализатора, организации, представившей его на поверку, или иных организаций при условии выполнения ими работ под контролем поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от плюс 15 до плюс 25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 1 °С.	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № в ФИФ ОЕИ 53505-13
	Средство измерений относительной влажности воздуха с верхней границей диапазона измерений не менее 75 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %.	
	Стойка проверочная из комплекта анализатора.	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.1. Измерение массовой концентрации пыли	Рабочий эталон единицы массовой концентрации аэрозольных частиц с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 10\%$ в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2021 г. № 3105.	1. Государственный рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах в диапазоне от 0,02 до 1500 мг/м ³ , рег. № в ФИФ ОЕИ 3.1.ZZB.0161. 2015. 2. Государственный рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах в диапазоне от 1 до 15·10 ³ мг/м ³ , рег. № в ФИФ ОЕИ 3.1.ZZB.0230. 2016.
	Средство измерений силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,0015 \cdot I_{\text{из}} + 0,02)$ мА (где $I_{\text{из}}$ – измеренное значение силы постоянного тока).	Мультиметр цифровой серии DT модификации DT-9959, рег. № в ФИФ ОЕИ 58550-14
	Стойка поверочная из комплекта анализатора.	
п. 10.2. Измерение спектрального коэффициента направленного пропускания	Набор мер единицы спектрального коэффициента направленного пропускания с аттестованным значением в диапазоне длин волн от 630 до 670 нм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,01$ ($\pm 1\%$) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм, утверждённой приказом Росстандарта от 27 ноября 2018 г. № 2517.	Комплект светофильтров КСФ-01, рег. № в ФИФ ОЕИ 19696-00
	Стойка поверочная из комплекта анализатора.	

5.2. Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

5.3. При определении (контроле) метрологических характеристик анализаторов применяются тестовые аэрозоли. Требования к оборудованию и материалам, применяемым при создании тестовых аэрозолей, приведены в Приложении А к настоящей методике поверки.

5.4. Для проведения поверки с целью управления анализатором и получения результатов измерений необходимо наличие персонального компьютера с предустановленным автономным программным обеспечением (далее – ПО) «Эко-ДМ_RS485» из комплекта анализатора и принадлежностями для работы с цифровым интерфейсом RS-485 по протоколу Modbus RTU.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации (далее – ЭД) на средства поверки и анализатор, а также требования правил техники безопасности при работе с напряжением до 250 В.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1. Проверить соответствие внешнего вида анализатора описанию типа средства измерений.

7.2. Проверить наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа средства измерений.

7.3. Проверить отсутствие дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и (или) на результаты поверки.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если анализатор соответствует требованиям пп. 7.1 – 7.3.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. Выдержать анализатор при температуре, соответствующей условиям проведения поверки, не менее 4 ч. В случае, если анализатор находился при температуре ниже 0 °С, время выдержки должно быть не менее 12 ч.

8.2. Осуществить контроль условий проведения поверки на соответствие требованиям, приведённым в п. 3.

8.3. Подготовить средства поверки к работе в соответствии с их ЭД.

8.4. Выполнить монтаж блоков анализатора на стойку проверочную согласно ЭД. Подготовить анализатор к работе в соответствии с его ЭД для получения значений массовой концентрации пыли: на ЖК-дисплее – визуально; по аналоговому интерфейсу – с применением мультиметра; по цифровому интерфейсу – с применением автономного ПО. Подключение и настройка осуществляются согласно ЭД. Значения ($C_{и}(a)$, мг/м³), получаемые по аналоговому интерфейсу (от 4 до 20 мА), вычисляются по формуле

$$C_{и}(a) = \frac{I - 4}{16} \cdot C_{пд} \quad (1)$$

где I – измеренное значение силы постоянного тока, полученное мультиметром, мА.

$C_{пд}$ – значение массовой концентрации пыли, соответствующее верхней границе аналогового выхода 20 мА, мг/м³.

8.5. Включить электрическое питание анализатора. С помощью автономного ПО установить значения границ для аналогового выхода (от 4 до 20 мА): нижняя граница 4 мА соответствует 0 мг/м³, верхняя граница ($C_{пд}$) 20 мА соответствует 50 мг/м³. Изменить настройки градуировочного коэффициента анализатора согласно ЭД таким образом, чтобы отображаемое в автономном ПО значение составляло (25 ± 5) мг/м³.

8.6. Перевести анализатор в режим измерений. Зафиксировать значения массовой концентрации пыли:

– $C_{и}(д)$ – значение, отображаемое на ЖК-дисплее анализатора, мг/м³;

- $C_{и}(а)$ – значение, полученное по аналоговому интерфейсу, вычисленное по формуле (1), мг/м³;
- $C_{и}(ц)$ – значение, полученное по цифровому интерфейсу в автономном ПО, мг/м³.

8.7. Вычислить относительные отклонения для полученных значений ($R(д)$, $R(а)$, %) по формулам

$$R(д) = \frac{C_{и}(д) - C_{и}(ц)}{C_{и}(ц)} \cdot 100, \quad (2)$$

$$R(а) = \frac{C_{и}(а) - C_{и}(ц)}{C_{и}(ц)} \cdot 100. \quad (3)$$

Результаты опробования считаются положительными, если функционирование анализатора соответствует требованиям ЭД, отсутствуют сообщения об ошибках и прочие неисправности, влияющие на его работоспособность и препятствующие дальнейшему проведению поверки; относительные отклонения $R(д)$ и $R(а)$ не превышают допустимых пределов $\pm 4\%$.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификационное наименование и номер версии автономного ПО указывается в верхней строке окна ПО; номер версии встроенного ПО – в левом нижнем углу окна ПО после символа «V».

Результаты проверки ПО считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют требованиям таблицы 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение для встроенного ПО	Значение для автономного ПО
Идентификационное наименование ПО	-	Эко-ДМ RS485
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.X*	1.X*
* «X» - метрологически незначимая часть ПО, может принимать значения в виде одной или нескольких арабских цифр и/или латинских букв, может иметь символьные разделители.		

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1. Измерение массовой концентрации пыли

10.1.1. Подготовить к работе систему генерации аэрозольных частиц на основе водных растворов и суспензий в составе генератора аэрозоля и камеры смесительной (таблица А.1 приложения А к методике поверки).

10.1.2. Выполнить монтаж анализатора на камере смесительной согласно рекомендациям его ЭД. Считывание показаний осуществлять по цифровому интерфейсу посредством автономного ПО.

10.1.3. Подключить пробоотборное устройство (анализатор пыли) из состава рабочего эталона к камере смесительной.

10.1.4. Перевести систему генерации аэрозольных частиц в режим создания тестового аэрозоля. В соответствии с ЭД на анализатор выполнить установку градуировочного коэффициента, установив на генераторе подачу аэрозоля, обеспечивающую значение массовой концентрации пыли в камере смесительной (25 ± 5) мг/м³. Контроль массовой концентрации осуществлять с помощью рабочего эталона. Продуть камеру смесительную чистым воздухом после окончания измерений.

10.1.5. Произвести анализатором и рабочим эталоном одновременное измерение массовой концентрации пыли в камере смесительной, последовательно устанавливая на генераторе подачу аэрозоля, обеспечивающую следующие значения массовой концентрации пыли в камере смесительной: $(1,0 \pm 0,5)$; (25 ± 5) ; (45 ± 5) мг/м³.

10.1.6. Подготовить к работе систему генерации аэрозольных частиц на основе порошков в составе порошкового генератора аэрозоля и камеры смесительной (таблица А.2 приложения А к методике поверки).

10.1.7. Выполнить пп. 10.1.2 – 10.1.4, установив на генераторе подачу аэрозоля, обеспечивающую значение массовой концентрации пыли в камере смесительной (5000 ± 1000) мг/м³. Контроль массовой концентрации осуществлять с помощью рабочего эталона. Продуть камеру смесительную чистым воздухом после окончания измерений.

10.1.8. Произвести анализатором и рабочим эталоном одновременное измерение массовой концентрации пыли в камере смесительной, последовательно устанавливая на генераторе подачу аэрозоля, обеспечивающую следующие значения массовой концентрации пыли в камере смесительной: (500 ± 200) ; (5000 ± 1000) ; (8000 ± 1500) мг/м³.

10.1.9. Приведённую погрешность измерений массовой концентрации пыли (γ , %) в поддиапазоне измерений от 0 до 5 мг/м³ включ. вычислить по формуле

$$\gamma = \frac{C_{\text{и}} - C_{\text{д}}}{5} \cdot 100, \quad (4)$$

где $C_{\text{и}}$ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное анализатором, мг/м³;
 $C_{\text{д}}$ – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне, мг/м³.

10.1.10. Относительную погрешность измерений массовой концентрации пыли (δ , %) в поддиапазоне измерений св. 5 до 10000 мг/м³ вычислить по формуле

$$\delta = \frac{C_{\text{и}} - C_{\text{д}}}{C_{\text{д}}} \cdot 100. \quad (5)$$

Результаты подтверждения соответствия анализатора метрологическим требованиям считаются положительными, если приведённая и относительная погрешности не превышают допустимых пределов ± 20 %.

10.2. Измерение спектрального коэффициента направленного пропускания

10.2.1. Выполнить монтаж блоков анализатора на стойку проверочную согласно ЭД. Перевести анализатор в режим измерений спектрального коэффициента направленного пропускания (далее – СКНП) согласно его ЭД. Считывание показаний осуществлять по цифровому интерфейсу посредством автономного ПО или визуально на ЖК-дисплее анализатора.

10.2.2. Провести анализатором измерение СКНП для мер из набора, устанавливая их поочерёдно в анализатор.

10.2.3. Абсолютную погрешность измерений СКНП (Δ) вычислить по формуле

$$\Delta = T_{\text{и}} - T_{\text{д}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{и}}$ – измеренное значение СКНП, полученное анализатором;
 $T_{\text{д}}$ – действительное значение СКНП меры из набора.

Примечание – В формуле (6) используется значение $T_{\text{д}}$ в абсолютных единицах. Перевод из относительных единиц в абсолютные осуществляется как $T_{\text{д}}/100$.

Результаты подтверждения соответствия анализатора метрологическим требованиям считаются положительными, если абсолютная погрешность не превышает допускаемых пределов $\pm 0,02$.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки вносят в протокол поверки (Приложение Б к настоящей методике поверки).

11.2. Результатами поверки средств измерений в соответствии с частью 4 статьи 13 Федерального закона № 102-ФЗ являются сведения о результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3. Анализатор, удовлетворяющий метрологическим требованиям, признается пригодным к применению, и на него по заявлению владельца анализатора или лица, представившего его на поверку, выдаётся свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в случае его оформления.

11.4. Анализатор, не удовлетворяющий метрологическим требованиям, к дальнейшей эксплуатации не допускается, и на него по заявлению владельца анализатора или лица, представившего его на поверку, выдаётся извещение о непригодности к применению установленной формы.

Приложение А
(обязательное)

**Требования к оборудованию и материалам,
применяемым при создании тестовых аэрозолей**

При определении (контроле) метрологических характеристик анализаторов концентрации взвешенных частиц Эко-ДМ GP100 (далее – анализаторы) согласно настоящей методике поверки применяются тестовые аэрозоли, создаваемые с помощью систем генерации аэрозольных частиц.

Рекомендуется применять тестовые аэрозоли на основе натрия хлористого $NaCl$ в диапазоне значений массовой концентрации пыли от 0,5 до 50 мг/м³ и на основе пыли инертной в диапазоне значений от 50 до 10000 мг/м³. Допускается применение другого оборудования и материалов, обеспечивающих создание тестового аэрозоля в указанных диапазонах на основе одного материала (вещества).

Оборудование и материалы, применяемые при создании тестовых аэрозолей, а также требования к ним приведены в таблицах А.1 и А.2.

Таблица А.1 – Оборудование и материалы, применяемые при создании тестовых аэрозолей на основе натрия хлористого $NaCl$

№	Наименование материала или оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования	Требования, предъявляемые к материалу или оборудованию, основные технические и (или) метрологические характеристики
1	Система генерации аэрозольных частиц на основе водных растворов и суспензий в составе генератора аэрозоля и камеры смесительной.	Камера смесительная должна иметь возможность продувки чистым воздухом. Массовая концентрация пыли в чистом воздухе не должна превышать 0,5 мг/м ³ . Контроль чистоты воздуха осуществляется рабочим эталоном.
2	Натрий хлористый $NaCl$ по ГОСТ 4233-77, марка «х.ч.»	Допускается применение другого материала (вещества). При приготовлении растворов для создания тестовых аэрозолей следует руководствоваться рекомендациями эксплуатационной документации на генератор аэрозоля.
	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018	
	Посуда лабораторная по ГОСТ 25336-82	

Таблица А.2 – Оборудование и материалы, применяемые при создании тестовых аэрозолей на основе пыли инертной

№	Наименование материала или оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования	Требования, предъявляемые к материалу или оборудованию, основные технические и (или) метрологические характеристики
1	Система генерации аэрозольных частиц на основе порошков в составе порошкового генератора аэрозоля и камеры смесительной.	Камера смесительная должна иметь возможность продувки чистым воздухом. Массовая концентрация пыли в чистом воздухе не должна превышать 1 мг/м ³ . Контроль чистоты воздуха осуществляется рабочим эталоном.
2	Пыль инертная марки ПИГ по ГОСТ Р 51569-2000	Допускается применение другого материала (вещества) для создания тестовых аэрозолей со средним диаметром частиц от 1 до 20 мкм.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Протокол поверки №

Наименование средства измерений, тип:

Регистрационный номер в ФИФ ОЕИ:

Заводской номер:

Год выпуска:

Владелец:

Методика поверки:

Средства поверки:

Условия поверки:

Таблица Б.1

Параметр	Требования	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °C		
Относительная влажность окружающего воздуха, %		

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр средства измерений

2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

В таблицах Б.2 и Б.3:

- $C_{и}(д)$ – значение, отображаемое на ЖК-дисплее анализатора, мг/м³;
- $C_{и}(а)$ – значение, полученное по аналоговому интерфейсу, мг/м³;
- $C_{и}(ц)$ – значение, полученное по цифровому интерфейсу в автономном ПО, мг/м³;
- $R(д)$ – относительное отклонение $C_{и}(д)$ от $C_{и}(ц)$, %;
- $R(а)$ – относительное отклонение $C_{и}(а)$ от $C_{и}(ц)$, %.

Таблица Б.2

$C_{и}(д)$, мг/м ³	$C_{и}(ц)$, мг/м ³	$R(д)$, %

Таблица Б.3

$C_{и}(а)$, мг/м ³	$C_{и}(ц)$, мг/м ³	$R(а)$, %

3. Проверка программного обеспечения средства измерений

4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

4.1. Измерение массовой концентрации пыли

Таблица Б.4

$C_{и}$, мг/м ³	$C_{д}$, мг/м ³	γ , %	δ , %

В таблице Б.4:

- $C_{и}$ – измеренное значение массовой концентрации пыли, полученное анализатором, мг/м³;

- C_d – действительное значение массовой концентрации пыли, полученное на рабочем эталоне, мг/м³;
- γ – приведённая погрешность измерений массовой концентрации пыли, %;
- δ – относительная погрешность измерений массовой концентрации пыли, %.

4.2. Измерение спектрального коэффициента направленного пропускания

Таблица Б.5

$T_{и}$	T_d	Δ

В таблице Б.5:

- $T_{и}$ – измеренное значение СКНП, полученное анализатором;
- T_d – действительное значение СКНП меры из набора;
- Δ – абсолютная погрешность измерений СКНП.

Заключение:

Поверку произвёл:

Дата: