

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский  
научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»  
Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал  
Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский  
научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»  
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.П. Собина

"28" 10 2025 г.



«ГСИ. Анализаторы углерода, серы Combustion Master CS.  
Методика поверки»  
МП 19-251-2024

Екатеринбург

2025

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
2. ИСПОЛНИТЕЛЬ зам. зав. лаб. 251, Вострокнутова Е.В.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения .....	4
2	Нормативные ссылки .....	5
3	Перечень операций поверки .....	5
4	Требования к условиям проведения поверки .....	6
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	6
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	6
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	7
8	Внешний осмотр средства измерений .....	7
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	8
10	Проверка программного обеспечения средства измерений .....	8
11	Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	8
12	Оформление результатов поверки .....	10

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на анализаторы углерода, серы Combustion Master CS (далее – анализаторы) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка анализаторов должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость анализаторов к:

- ГЭТ 3-2020 «Государственный первичный эталон единицы массы – килограмма» в соответствии с приказом Росстандарта от 04.07.2022 г. № 1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы», использованием стандартных образцов, аттестованных путем проведения межлабораторного эксперимента, согласно приказа Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2905, посредством применения поверенных средств измерений, прослеживаемых к соответствующим эталонам;

и (или)

- ГЭТ 176-2019 «Государственный первичный эталон единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии» путем применения стандартных образцов утвержденных типов в соответствии с поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 19.02.2021 г. № 148 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах»;

и (или)

- ГЭТ 154-2019 «Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах» путем применения стандартных образцов утвержденных типов в соответствии с поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах».

1.3 В настоящей методике реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки анализаторов, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала, %:	
- канал «высокий углерод» <sup>1)</sup>	6,0
- канал «высокая сера» <sup>1)</sup>	6,0
- канал «низкий углерод» <sup>2)</sup>	7,0
- канал «низкая сера» <sup>2)</sup>	7,0
Предел обнаружения, мг, не более:	
- канал «низкий углерод»	0,015
- канал «низкая сера»	0,007
<sup>1)</sup> Значение нормировано для углерода и серы в стандартных образцах с массовой долей свыше 0,5 %.	
<sup>2)</sup> Значение нормировано для углерода и серы в стандартных образцах состава сталей с массовой долей от 0,009 % до 0,5 %.	

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

- Приказ Министерства труда и Социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- Приказ Росстандарта от 04.07.2022 г. № 1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;

- Приказ Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах»;

- Приказ Росстандарта от 19.02.2021 г. № 148 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах».

## 3 Перечень операций поверки

3.1 Для поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	9
Проверка программного обеспечения	да	да	10

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			11
Определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала	да	да	11.1
Определение предела обнаружения	да	да	11.2

3.2 На основании письменного заявления владельца анализатора или лица, представившего анализатор на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проводить периодическую поверку для меньшего числа анализируемых элементов (поверка в сокращенном объеме) с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки. Данная информация приводится в свидетельстве о поверке (в случае его оформления) и в сведениях, направляемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

3.3 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций, поверка прекращается, анализатор бракуется.

#### 4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +35
- относительная влажность, % от 20 до 80

#### 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке анализатора допускаются лица, прошедшие специальное обучение и аттестованные в установленном порядке в качестве поверителя, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и РЭ на анализатор.

Для получения экспериментальных данных с анализатора допускается участие сервис-инженера или оператора, обслуживающего средство измерений.

#### 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование	Средство измерений температуры и относительной влажности: диапазон измерений температуры от +15 °С до +35 °С,	Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
средства измерений	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,7$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 20 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 3,0$ %	
Раздел 11.1 Определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала	Стандартные образцы для каналов «высокий углерод» и «высокая сера» с аттестованным значением массовых долей углерода и серы	
	свыше 0,5 %, границы абсолютной погрешности при $P = 0,95$ не более $\pm 0,3$ %	ГСО 11337-2019
	Стандартные образцы для каналов «низкий углерод» и «низкая сера» с аттестованным значением массовых долей углерода и серы	
	от 0,009 % до 0,5 % включ., границы абсолютной погрешности при $P = 0,95$ не более $\pm 0,005$ %	ГСО 250-91П ГСО 11700-2021 ГСО 11701-2021
Раздел 11.2 Определение предела обнаружения	Весы неавтоматического действия I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1	Весы лабораторные электронные ВР221S, рег. № 17935-98
	Стандартные образцы с аттестованным значением массовых долей углерода и серы	
	от 0,0025 % до 0,5 % включ., границы абсолютной погрешности при $P = 0,95$ не более $\pm 0,005$ %	ГСО 250-91П ГСО 11700-2021 ГСО 11701-2021 ГСО 10114-2012
	Стандартные образцы с аттестованным значением массовых долей углерода и серы	
	от 0,0025 % до 0,5 % включ., границы абсолютной погрешности при $P = 0,95$ не более $\pm 0,005$ %	ГСО 250-91П ГСО 11700-2021 ГСО 11701-2021 ГСО 10114-2012
	Весы неавтоматического действия I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1	Весы лабораторные электронные ВР221S, рег. № 17935-98
Примечание – Допускается использовать при поверке другие типы стандартных образцов, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6.2 Стандартные образцы, применяемые для поверки, должны иметь действующий паспорт, средства измерений должны быть поверены.

## 7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0.

## 8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида анализатора сведениям, приведенным в описании типа;

- отсутствие видимых повреждений анализатора;
- соответствие комплектности, указанной в описании типа;
- наличие обозначений и маркировки.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре анализатора выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка прекращается, анализатор бракуется.

## 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с таблицей 3.

9.2 Подготавливают анализатор в соответствии с РЭ.

9.3 Стандартные образцы, используемые при поверке, подготавливают в соответствии с инструкцией по применению.

## 10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) анализатора. Идентификацию наименования и номера версии ПО проводят следующим образом: на главном экране программы открывают вкладку «Help» → «About», в появившемся окне указаны наименование и текущая версия ПО.

Идентификационное наименование и номер версии ПО должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Combustion Master CS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.X.X.X*
Цифровой идентификатор ПО	-
* «X» относится к метрологически незначимой части ПО и принимает значение от 0 до 99	

## 11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение относительного среднего квадратического отклонения (далее – относительное СКО) выходного сигнала

11.1.1 Для определения относительного СКО выходного сигнала используют один стандартный образец для каждого канала в соответствии с п.6 настоящей методики поверки. Перед началом измерений в ПО анализатора включают измерительные каналы в соответствии с РЭ и выбранным стандартным образцом.

11.1.2 При проведении измерений на каналах «низкий углерод» и «низкая сера» навеска стандартного образца должна быть массой не менее 0,4 г, при проведении измерений на каналах «высокий углерод» и «высокая сера» – не менее 0,1 г. Навеску помещают в керамический тигель. Далее к навеске стандартного образца добавляют (0,9-1,1) г ускоряющей добавки (вольфрам). Тигель с навеской стандартного образца и ускоряющей добавкой помещают в индукционную печь и при помощи ПО запускают проведение анализа. Процедуру (подготовку навески, добавление ускоряющей добавки, проведение анализа)

повторяют не менее 5 раз.

11.1.3 Рассчитывают относительное СКО выходного сигнала  $i$ -го элемента ( $S_{rik}$ , %) в  $k$ -ом стандартном образце по формуле

$$S_{rik} = \frac{S_{ik}}{\bar{I}_{ik}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $S_{ik}$  - среднее квадратическое отклонение выходного сигнала  $i$ -го элемента в  $k$ -ом стандартном образце, В·с/г, которое вычисляется по формуле

$$S_{ik} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (I_{jik}/m_{jik} - \bar{I}_{ik})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где  $I_{jik}$  -  $j$ -ый результат измерений выходного сигнала  $i$ -го элемента в  $k$ -ом стандартном образце, В·с;

$m_{jik}$  -  $j$ -ая масса навески, взятой для определения выходного сигнала  $i$ -го элемента в  $k$ -ом стандартном образце, г;

$n$  - количество измерений выходного сигнала  $i$ -го элемента в  $k$ -ом стандартном образце;

$\bar{I}_{ik}$  - среднее арифметическое значение результатов измерений выходного сигнала  $i$ -го элемента в  $k$ -ом стандартном образце, В·с/г, рассчитанное по формуле

$$\bar{I}_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n I_{jik}/m_{jik}}{n}. \quad (3)$$

Полученные значения относительного СКО выходного сигнала не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

## 11.2 Определение предела обнаружения

11.2.1 Для определения предела обнаружения  $i$ -го элемента в пустой тигель помещают (0,9-1,1) г ускоряющей добавки (вольфрам) и проводят измерение выходного фонового сигнала  $i$ -го элемента на каналах «низкий углерод» и «низкая сера». Процедуру проводят не менее пяти раз.

11.2.2 Рассчитывают СКО выходного фонового сигнала  $i$ -ого элемента ( $S_{\phi i}$ , В·с) по формуле

$$S_{\phi i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (I_{\phi ji} - \bar{I}_{\phi i})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где  $I_{\phi ji}$  -  $j$ -ый результат измерений выходного фонового сигнала  $i$ -го элемента, В·с;

$n$  - количество измерений выходного фонового сигнала  $i$ -го элемента;

$\bar{I}_{\phi i}$  - среднее арифметическое значение выходного фонового сигнала  $i$ -го элемента, В·с, рассчитанное по формуле

$$\bar{I}_{\phi i} = \frac{\sum_{j=1}^n I_{\phi ji}}{n}. \quad (5)$$

11.2.3 Рассчитывают чувствительность к  $i$ -му элементу ( $N_{jik}$ , В·с/г) с использованием результатов измерений выходных сигналов элементов в ГСО 10114-2012 (процедура измерений проводится по аналогии с п. 11.1.2) или результатов выходных сигналов элементов, полученных по п. 11.1.2, для каналов «низкий углерод» и «низкая сера» по формуле

$$N_{jik} = \frac{I_{jik} \cdot 100}{A_{ik} \cdot m_{jik}}, \quad (6)$$

где  $I_{jik}$  -  $j$ -ое значение выходного сигнала  $i$ -го элемента для  $k$ -го стандартного образца, полученное по п. 11.1.2, В·с;

$A_{ik}$  - аттестованное значение массовой доли  $i$ -го элемента для  $k$ -го стандартного образца, %;

$m_{jik}$  -  $j$ -ая масса навески, взятой по п. 11.1.2 для определения выходного сигнала  $i$ -го элемента в  $k$ -ом стандартном образце, г.

Рассчитывают среднее арифметическое значение чувствительности к  $i$ -му элементу ( $\bar{N}_{ik}$ , В·с/г) по формуле

$$\bar{N}_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n N_{jik}}{n}, \quad (7)$$

где  $n$  - количество измерений выходного сигнала  $i$ -го элемента в  $k$ -ом стандартном образце.

11.2.4 Предел обнаружения для  $i$ -го элемента ( $C_{imin}$ , мг) рассчитывают по формуле

$$C_{imin} = \frac{3 \cdot S_{\phi i} \cdot 1000}{\bar{N}_{ik}}, \quad (8)$$

где 1000 – коэффициент пересчета предела обнаружения в мг.

Полученные значения предела обнаружения не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

12.2 При положительных результатах поверки анализатор признают пригодным к применению.

12.3 Нанесение знака поверки на анализаторы не предусмотрено. Пломбирование анализаторов не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки анализатор признают непригодным к применению.

12.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки.

**Разработчик:**

**Зам. зав. лаб. 251 УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»**



**Е.В. Вострокнутова**