

**Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
ФГУП «ВНИИМ 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**

**17 " 12 2025 г.**

**«ГСИ. Анализаторы общего углерода.  
Методика поверки»**

**МП 121-241-2025**

**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** и.о. зав. лабораторией 241 Гольянец О.С.

**3 СОГЛАСОВАНА** директором УНИИМ - филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в декабре 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 .....	7
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	8
8	Внешний осмотр средства измерений .....	8
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	8
10	Проверка программного обеспечения средства измерений.....	9
11	Определение метрологических характеристик средства измерений .....	10
12	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	12
13	Оформление результатов поверки.....	14
	Приложение А .....	15

<b>Государственная система обеспечения единства измерений.</b> <b>Анализаторы общего углерода.</b> <b>Методика поверки</b>	<b>МП 121-241-2025</b>
--	------------------------

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы общего углерода (далее – анализаторы) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка анализаторов должна осуществляться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость анализаторов к: 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» в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.02.2021 года № 148 с внесением изменений в приложение А к государственной поверочной схеме, утвержденных приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.05.2021 года № 761.

1.3 Передача единицы осуществляется методом прямых измерений при проведении измерений массовой концентрации общего углерода в стандартных образцах утвержденного типа.

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 для модели		
	ТА-100	ТА-200	S-300
Чувствительность для общего углерода, у.е./мг, не менее	500000	500000	400000
Предел обнаружения общего углерода, мг, не более	0,0005	0,0005	0,20
Относительное среднее квадратическое отклонение выходного сигнала, %, не более	3		4

## **2 Нормативные ссылки**

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Приказ Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений»

Приказ Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»

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

Приказ Росстандарта № 761 от 17.05.2021 г. «О внесении изменений в приложение А к Государственной поверочной схеме для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 февраля 2021 г. № 148»

ГОСТ 12.2.007.0–75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ Р 58144-2018 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ OIML R 76-1 2011 ГСИ. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия

ГОСТ 29169-91 Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки с одной отметкой

## **3 Перечень операций поверки**

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	10
Определение метрологических характеристик:			
- определение чувствительности	да	да	11.1
- определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала	да	да	11.2
- определение предела обнаружения общего углерода	да	да	11.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

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

3.3 Поверка в сокращенном объеме не допускается.

#### **4 Требования к условиям проведения поверки**

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

#### **5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку**

К проведению работ по поверке анализатора допускаются лица, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя, инструктаж и обученные работе с анализатором.

## 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства 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	Диапазоны измерений температуры и относительной влажности не менее требуемых по п.4. Допускаемая абсолютная погрешность измерений температуры $\pm 2$ °С, относительной влажности $\pm 5,0$ %	Гигрометр Rotronic HygroPalm, рег. № 26379-04
	Интервал допускаемых значений массовой доли калия фталевокислого кислого от 99,950 % до 100,000 %, границы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,030$ % при $P=0,95$	Стандартный образец состава калия фталевокислого кислого (бифталата калия) 1-го разряда ГСО 2216-81
	Интервал допускаемых значений массовой доли сахарозы от 95,00 % до 100,00 %, границы допускаемых значений абсолютной погрешности $\pm 0,90$ % при $P=0,95$	Стандартный образец состава сахарозы ГСО 11886-2022
	Весы неавтоматического действия, I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1.	Весы неавтоматического действия MCA225S-2ORU-I, рег.№ 79348-20
	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144	
	Колбы мерные второго класса точности вместимостью 100 см <sup>3</sup> по ГОСТ 1770	
	Пипетки с одной меткой второго класса точности вместимостью 5, 2 и 1 см <sup>3</sup> по ГОСТ 29169	
	Пипетки градуированные вместимостью 1 см <sup>3</sup> по ГОСТ 29169	
Раздел 11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Интервал допускаемых значений массовой доли сахарозы от 95,00 % до 100,00 %, границы допускаемых значений абсолютной погрешности $\pm 0,90$ % при $P=0,95$	Стандартный образец состава сахарозы ГСО 11886-2022
	Раствор стандартного образца ГСО 2216-81 с массовой концентрацией общего углерода 100 мг/дм <sup>3</sup> ; границы допускаемых значений относительной погрешности не более $\pm 2,0$ % при $P=0,95$	Раствор стандартного образца, приготовленный в соответствии с приложением А

6.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены, стандартные образцы должны иметь действующий паспорт.

6.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого анализатора с требуемой точностью.

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

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Минтруда России №903 н от 15 декабря 2020 г., требования ГОСТ 12.2.007.0.

## **8 Внешний осмотр средства измерений**

8.1 При внешнем осмотре установить:

- соответствие внешнего вида анализатора сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений анализатора;
- соответствие комплектности, указанной в описании типа. Анализаторы должны предоставляться на поверку с паспортом. Требования к титульному листу паспорта приведены в описании типа;
- четкость 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, то поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

## **9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

9.1 Подготовка к проведению поверки

9.1.1 Провести контроль условий поверки с помощью гигрометра в соответствии с таблицей 3.

9.1.2 Анализатор и управляющий компьютер с установленным программным обеспечением (далее – ПО) подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации (далее – РЭ). При необходимости провести градуировку.

9.1.3 Подготовить стандартные образцы утвержденных типов ГСО 2216-81 и ГСО 11886-2022 (далее – ГСО), предусмотренные в качестве средств поверки, в соответствии с инструкциями по применению.

9.1.4 Приготовить контрольный раствор из ГСО 2216-81 в соответствии с приложением А.

9.2 Опробование

9.2.1 Обеспечить подачу рабочих газов в соответствии с РЭ. Включить основной блок анализатора с помощью главного выключателя. Включить компьютер с установленным ПО, запустить ПО.

9.2.2 В главном меню прибора нажать на иконку Calibrate. Пройти, не внося изменений, до шага прогрева.

9.2.3 Анализатор готов к работе после фазы прогрева, когда температура печи, охлаждающего модуля и поток газа-носителя стабилизируются. Установку параметров стандартного режима, указанных в РЭ, проверить путем проверки индикации температуры печи и охлаждающего модуля, потока рабочего газа.

## 10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Провести проверку идентификационных данных ПО анализатора. Для однозначной идентификации ПО достаточно определения только номера версии (идентификационного номера). Номер версии ПО может быть выведен в окне ПО при обращении к панели ПО «Setup» («Установка») → «Version», номер версии ПО отображается в правом верхнем углу ПО (см. рис. 1).

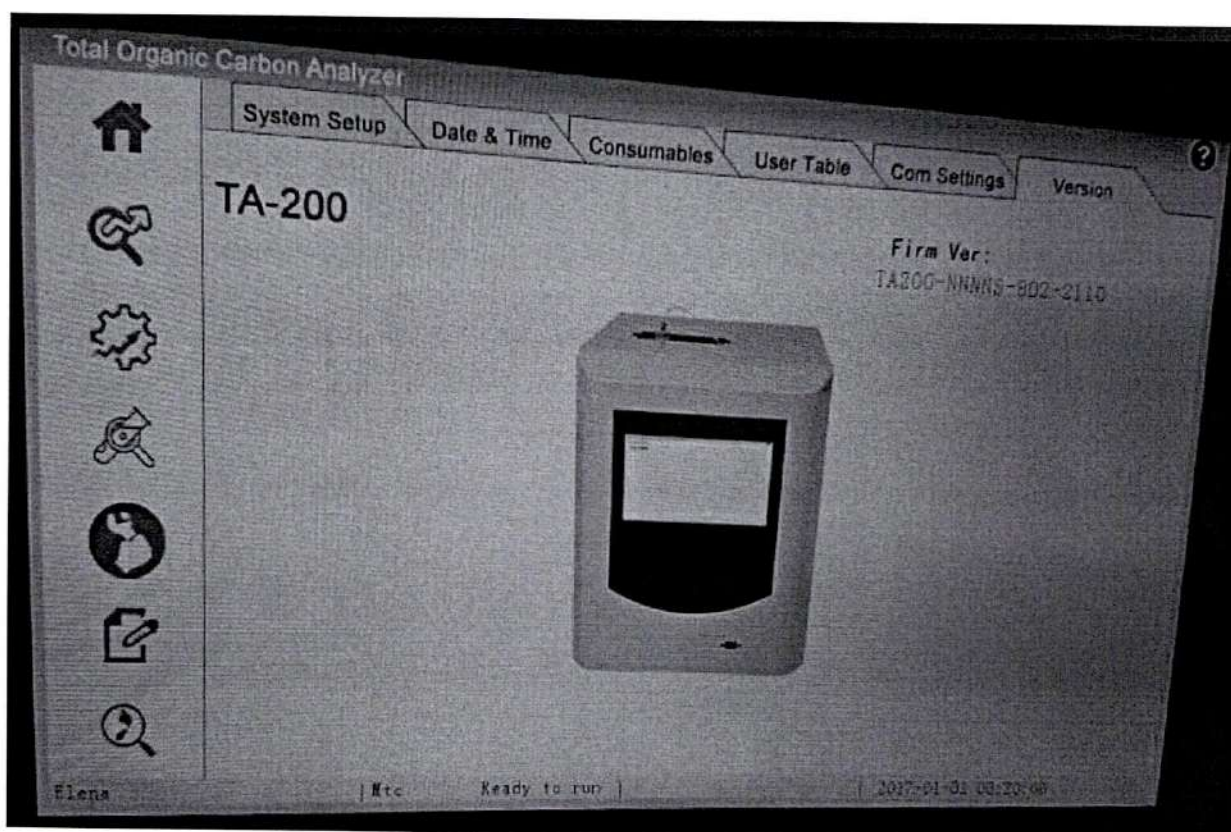


Рисунок 1 – Номер версии ПО

10.2 Идентификационные данные ПО должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модели		
	ТА-100	ТА-200	S-300
Идентификационное наименование ПО	-	-	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	TA100-YYYYY- XXX-XXXX <sup>1)</sup>	TA200-YYYYY- XXX-XXXX <sup>1)</sup>	TOC-YYYYY- XXX-XXXX <sup>1)</sup>
Цифровой идентификатор ПО	-		
<sup>1)</sup> «YYYYY-XXX-XXXX» – относится к метрологически незначимой части ПО. Каждое значение «Y» принимает буквенные значения от A до Z. Каждое значение «X» принимает значения от 0 до 9.			

## 11 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 11.1 Определение чувствительности

11.1.1 Определение чувствительности провести с помощью контрольного раствора, приготовленного из ГСО 2216-81 в соответствии с приложением А для моделей ТА-100 и ТА-200. Для модели S-300 использовать ГСО 11886-2022.

Установить в ПО следующие условия измерений для моделей ТА-100 и ТА-200:

- «Method» – NPOC;
- «TC Furnace Temp» («Температура печи») – 800 °С (для ТА-200) и 80 °С (для ТА-100);
- «IC Reaction Unit Heat Temp» («Температура нагрева реактора IC») – 50 °С (для ТА-200) и 80 °С (для ТА-100);
- «IC Reaction Unit Cooling Temp» («Температура охлаждения реактора») – 5 °С;
- «TIC Ing. Amount» («Объем аликвоты») – 200 мкл;
- «TIC Acid Amount» («Объем кислоты») – 2 см<sup>3</sup>;
- «Flow rate» («Скорость потока газа») – 150 см<sup>3</sup>/мин.

Установить в ПО следующие условия измерений для модели S-300:

- «Method» – TC;
- «TC Furnace Temp» («Температура печи») – 800 °С;
- «IC Reaction Unit Cooling Temp» («Температура охлаждения реактора») – 5 °С;
- «TIC Ing. Amount» («Объем аликвоты») – 200 мкл;
- «TIC Acid Amount» («Объем кислоты») – 2 см<sup>3</sup>;
- «Flow rate» («Скорость потока газа») – 150 см<sup>3</sup>/мин.

11.1.2 Провести промывку измерительного тракта анализатора путем многократных измерений, вводя вместо пробы дистиллированную воду, объем которой равен объему пробы, указанному выше. Измерения проводить до тех пор, пока получаемое в результате измерений значение интенсивности выходного сигнала не перестанет уменьшаться и станет стабильным.

11.1.3 Провести процедуру измерения интенсивности холостого сигнала, вводя пробы воды, которая использовалась для приготовления контрольного раствора в соответствии с приложением А для модели ТА-100 и ТА-200. Провести процедуру измерения интенсивности холостого сигнала, не вводя пробу, для модели S-300.

Измерения провести в следующем порядке:

- установить параметры метода, в соответствии с п. 11.1.1;
- установить тип вводимой пробы в поле «Тип пробы» – «Проба»;
- установить в методе опцию «5 повторений из 5»;
- запустить определение интенсивности холостого сигнала командой «Старт измерения».

11.1.4 После завершения серии из пяти измерений интенсивности холостого сигнала ПО автоматически рассчитывает среднее арифметическое значение интенсивности холостого сигнала (в ПО обозначается как «Integ. Value»). Результаты определения среднего арифметического значения интенсивности холостого сигнала занести в протокол.

11.1.5 Провести процедуру измерения интенсивности выходного сигнала, вводя пробы контрольного раствора, приготовленного в соответствии с приложением А для модели ТА-100 и ТА-200. Для модели S-300 провести процедуру измерения интенсивности выходного сигнала, вводя ГСО 11886-2022 массой  $(0,0100 \pm 0,0001)$  мг.

Измерения провести в следующем порядке:

- установить параметры метода, в соответствии с п. 11.1.1;
- установить в методе опцию «5 повторений из 5»;
- установить тип вводимой пробы в поле «Тип пробы» – «Проба»;
- запустить измерение, используя команду «Старт измерения».

11.1.6 После завершения серии из пяти измерений интенсивности выходного сигнала ПО автоматически рассчитывает среднее арифметическое значение интенсивности выходного сигнала (в ПО обозначается как «Integ. Value»). Результаты определения среднего арифметического значения интенсивности выходного сигнала занести в протокол.

11.2 Определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала

11.2.1 Определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала провести одновременно с определением чувствительности по п. 11.1, фиксируя в

протокол каждое измеренное значение интенсивности выходного сигнала общего углерода и результаты определения среднего арифметического значения интенсивности выходного сигнала.

### 11.3 Определение предела обнаружения

Определение предела обнаружения провести одновременно с определением чувствительности по п. 11.1, используя значение интенсивности выходного сигнала общего углерода воды, которая использовалась для приготовления контрольных растворов для моделей ТА-100 и ТА-200, и пустых тиглей для модели S-300 и расчетные значения чувствительности.

## 12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Для результатов измерений, полученных по 11.1, рассчитать чувствительность для общего углерода, ( $N$ , у.е./мг) по формуле

$$N = \frac{\bar{I}}{m}, \quad (1)$$

где  $\bar{I}$  – среднее арифметическое значение интенсивности выходного сигнала общего углерода в контрольном растворе, у.е.;

$m$  – масса общего углерода в вводимом контрольном растворе, мг.

Среднее арифметическое значение интенсивности выходного сигнала общего углерода рассчитать по формуле

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}, \quad (2)$$

где  $I_i$  -  $i$ -ый результат измерений интенсивности выходного сигнала общего углерода в контрольном растворе, у.е.;

$n$  - число результатов измерений.

Массу общего углерода ( $m_{(TC)}$ , мг) для ГСО 2216-81 рассчитать по формуле для моделей ТА-100 и ТА-200

$$m_{(TC)} = C \cdot V \cdot 10^{-6}, \quad (3)$$

где  $C$  – значение массовой концентрации общего углерода ( $C_{(TC)}$ ) в соответствии с приложением А, мг/дм<sup>3</sup>;

$V$  – объем вводимой пробы контрольного раствора, мкл.

Массу общего углерода ( $m_{(TC)}$ , мг) для ГСО 11886-2022 рассчитать по формуле для модели S-300

$$m_{(TC)} = \frac{10 \cdot m_{GCO} \cdot M(C) \cdot 12 \cdot A_{GCO}}{M(C_{12}H_{22}O_{11})}, \quad (4)$$

где  $m_{GCO}$  – масса навески стандартного образца состава сахарозы ГСО 11886-2022, г;

$M(C)$  – молярная масса углерода (12,011 г/моль);

$M(C_{12}H_{22}O_{11})$  – молярная масса сахарозы (342,3014 г/моль), г/моль;

$A_{GCO}$  – аттестованное значение ГСО 11866-2022 (массовая доля основного вещества), %.

Полученные значения чувствительности должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1.

12.2 Для результатов измерений, полученных по 11.2, рассчитать относительное среднее квадратическое отклонение выходного сигнала ( $\sigma_{вых}$ , %) по формуле

$$\sigma_{вых} = \frac{100}{\bar{I}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{I} - I_i)^2}{n-1}} \quad (5)$$

где  $\bar{I}$  – среднее арифметическое значение интенсивности выходного сигнала общего углерода в контрольном растворе для моделей ТА-100 и ТА-200 (в навесках ГСО 11866-2022 для модели S-300), у.е.;

$I_i$  –  $i$ -ый результат измерений интенсивности выходного сигнала общего углерода, в контрольном растворе для моделей ТА-100 и ТА-200 (в навесках ГСО 11866-2022 для модели S-300), у.е.;

$n$  – количество измерений.

Полученные значения относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала не должны превышать пределов, приведенных в таблице 1.

12.3 Для результатов измерений, полученных по 11.3, рассчитать среднее квадратическое отклонение полученных значений интенсивности выходного фонового сигнала ( $\sigma_{\phi}$ , у.е.) и предел обнаружения ( $C_{(TC)}$ , мг) для общего углерода, по формулам

$$\sigma_{\phi} = \frac{100}{\bar{I}_{\phi}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{I}_{\phi} - I_{\phi i})^2}{n-1}}, \quad (6)$$

$$C_{(TC)} = \frac{3 \cdot \sigma_{\phi}}{N} \quad (7)$$

где  $\bar{I}_{\phi}$  – среднее арифметическое значение интенсивности выходного фонового сигнала общего углерода, у.е.;

$I_{\phi i}$  –  $i$ -ый результат измерений интенсивности выходного фонового сигнала общего углерода, у.е.;

$N$  – чувствительность для общего углерода (рассчитано по формуле 1), у.е./мг;

$n$  – количество измерений.

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

### 13 Оформление результатов поверки

13.1 Оформляют протокол проведения поверки в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки анализатор признают пригодным к применению.

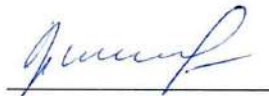
13.3 Нанесение знака поверки и пломбирование анализатора не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки анализатор признают непригодным к дальнейшей эксплуатации.

13.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906.

13.6 По заявлению владельца анализатора или лица, представившего анализатор на поверку, при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510, при отрицательных – извещение о непригодности к применению анализатора.

С.н.с. лаб. 241 УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



М.П. Крашенинина

## Приложение А

(обязательное)

### Процедура приготовления контрольного раствора

А.1 Для приготовления контрольного раствора с известными значениями массовой концентрации общего углерода используют:

- весы I (специального) класса точности ГОСТ OIML R 76-1;
- стандартный образец состава калия фталевокислого кислого (бифталата калия) 1-го разряда ГСО 2216-81;
- вода дистиллированная ГОСТ Р 58144;
- колбы мерные второго класса точности вместимостью 100 см<sup>3</sup> по ГОСТ 1770;
- пипетки с одной меткой второго класса точности вместимостью 10 см<sup>3</sup> по ГОСТ 29169.

А.2 Условия приготовления растворов

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80.

### А.3 Приготовление контрольного раствора с массовой концентрацией общего углерода 100 мг/дм<sup>3</sup>

А.3.1 Для приготовления контрольного раствора с массовой концентрацией общего углерода 100 мг/дм<sup>3</sup> необходимо взять навеску 0,2126 г стандартного образца состава бифталата калия ГСО 2216-81 и перенести ее в чистую сухую мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Добавить примерно 40 см<sup>3</sup> воды дистиллированной и тщательно растворить навеску стандартного образца. Затем колбу заполнить до метки водой дистиллированной, закрыть пробкой и тщательно перемешать.

А.3.2 Точное значение массовой концентрации общего углерода ( $C_{исх}$ , мг/дм<sup>3</sup>) в исходном растворе рассчитать по формуле

$$C_{исх} = \frac{m_{ГСО} \cdot 8 \cdot M(C) \cdot A_{ГСО} \cdot 10^4}{M(KHC_8H_4O_4) \cdot V_{колбы}}, \quad (A.1)$$

где  $m_{ГСО}$  – масса навески стандартного образца, г;

$M(C)$  – молярная масса углерода, равна 12,011 г/моль;

$M(KHC_8H_4O_4)$  – молярная масса основного компонента в ГСО 2216-81 (бифталата калия), равна 204,2256 г/моль;

$A_{ГСО}$  – аттестованное значение массовой доли основного компонента в ГСО 2216-81 (бифталата калия) (приведено в паспорте), %;

$V_{колбы}$  – заданный объем мерной колбы, необходимый для приготовления исходного раствора, см<sup>3</sup>.

А.3.3 Относительная погрешность приготовления контрольного раствора не превышает ±1 %.