

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

"23" июля 2018 г.

Заместитель ДИРЕКТОРА
Е. П. КРИВЦОВ
Доверенность №17
от 23 октября 2017г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Газоанализаторы CO12e
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП-242-2255-2018

Заместитель руководителя
научно-исследовательского отдела
государственных эталонов
в области физико-химических измерений
ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"
А.В. Колобова
"23" 07 2018 г.

Разработал
руководитель лаборатории
Т.Б. Соколов

г. Санкт-Петербург
2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на газоанализаторы CO12e (в дальнейшем – газоанализаторы), выпускаемые фирмой "Environnement S.A.", Франция, и устанавливает методику их первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – один год.

Примечание - 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.

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.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2		
2.1 Проверка общего функционирования газоанализатора	6.2.2	да	да
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.3	да	да
3 Определение метрологических характеристик	6.4		
- определение основной погрешности	6.4.1	да	да
- определение вариации выходного сигнала	6.4.2	да	нет

1.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов / диапазонов измерений газоанализатора в соответствии с заявлением владельца газоанализатора, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

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

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, метрологические и технические характеристики
6	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4, ТУ 25-2021.003-88, ГОСТ 28498-90, диапазон измерений от 0 до 55 °С, цена деления 0,1 °С, погрешность ± 0,2 °С
	Секундомер механический СОПр, ТУ 25-1894.003-90, класс точности 2
	Барометр-анероид контрольный М-67 ТУ 2504-1797-75, диапазон измерений давления от 610 до 790 мм рт.ст., погрешность ±0,8 мм рт.ст.
	Психрометр аспирационный М-34-М, ТУ 52.07-(ГРПИ.405 132.001)-92, диапазон относительной влажности от 10 до 100 % при температуре от 5 до 40 °С
	Генератор нулевого воздуха ZAG 7001 – рабочий эталон 1-го разряда (ФИФ 61769-15),

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, метрологические и технические характеристики
6.4	Поверочный нулевой газ воздух марки А, выпускаемый по ТУ 6-21-5-82 в баллонах под давлением, объемная доля оксида углерода не более 0,2 млн ⁻¹
	Поверочный нулевой газ азот по ТУ 6-21-39-79 в баллонах под давлением
	Стандартные образцы состава газовые смеси оксид углерода – азот или оксид углерода – воздух (ГСО 10531-2014, 10532-2014), диоксид углерода – азот или диоксид углерода – воздух (ГСО 10531-2014, 10532-2014) в баллонах под давлением, выпускаемые по ТУ 6-16-2956-92 (Приложение А) ¹⁾
	Ротаметр РМ-А-0,063Г УЗ, ГОСТ 13045-81, верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,063 м ³ /ч, кл. точности 4 *
	Редуктор баллонный кислородный одноступенчатый БКО-50-4 по ТУ 3645-026-00220531-95 *
	Вентиль точной регулировки трассовый ВТР-4, диапазон рабочего давления (0-6) кгс/см ² , диаметр условного прохода 3 мм, штуцерно-ниппельное соединение под гибкую трубу диаметром 4...8 мм *
	Тройник (фторопласт, стекло, нержавеющая сталь) *
	Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ) по ТУ 6-01-2-120-73, 6×1,5 мм или трубка поливинилхлоридная (ПВХ) 6×1,5 мм по ТУ 64-2-286-79 *
	Персональный компьютер с Ethernet-адаптером, ОС Windows XP или новее *
	Кросс-кабель Ethernet с разъемом 8P8C (RJ45), длина 1-2 м *

2.2 Допускается применение других средств, не приведенных в таблице, но обеспечивающих определение метрологических характеристик газоанализаторов с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки, кроме отмеченных в таблице 2 знаком «*», должны иметь действующие свидетельства о поверке, поверочные газовые смеси в баллонах под давлением – действующие паспорта.

3 Требования безопасности

3.1 Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

3.2 Содержание вредных компонентов в воздухе рабочей зоны должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88.

3.3 Должны выполняться требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током согласно классу I ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.4 Требования техники безопасности при эксплуатации ГС в баллонах под давлением должны соответствовать федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением" (утверждены приказом Ростехнадзора № 116 от 25.03.2014 г.).

4 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 20 ± 5
- относительная влажность окружающей среды, % от 30 до 80

¹⁾ Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГС), не указанных в настоящей методике поверки, при выполнении следующих условий:

- номинальное значение и пределы допускаемого отклонения содержания определяемого компонента в ГС должны соответствовать указанному для соответствующей ГС из приложения А;
- отношение погрешности, с которой устанавливается содержание компонента в ГС к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого газоанализатора, должно быть не более 1/3.

Информация о стандартных образцах состава газовых смесей утвержденного типа доступна на сайте Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений (<http://fundmetrology.ru>).

- атмосферное давление, кПа от 90.6 до 104.8
- напряжение питания переменного тока частотой (50±1) Гц, В 220 ± 22

5 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- 1) проверяют комплектность газоанализатора в соответствии с его эксплуатационной документацией (при первичной поверке);
- 2) подготавливают газоанализатор к работе в соответствии с требованиями с его эксплуатационной документации;
- 3) проверяют наличие паспортов и сроки годности ГС;
- 4) баллоны с ГС выдерживают в помещении, в котором проводят поверку, в течение не менее 24 ч, поверяемые газоанализаторы - 3 ч;
- 5) подготавливают к работе средства поверки в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие газоанализаторов следующим требованиям:

- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность;
 - исправность органов управления;
 - четкость надписей на лицевой панели.
 - маркировка должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- Газоанализаторы считают выдержавшими внешний осмотр, если они соответствуют указанным выше требованиям.

6.2 Опробование

При опробовании проводят проверку общего функционирования газоанализатора в следующем порядке:

- 1) включают электрическое питание газоанализатора;
- 2) выдерживают газоанализатор во включенном состоянии в течение времени прогрева;
- 3) фиксируют показания дисплея газоанализатора.

Результат опробования считают положительным, если по окончании времени прогрева отсутствует сигнализация об отказах, на дисплей газоанализатора выводится измерительная информация.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

6.3.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) газоанализаторов проводится путем проверки соответствия ПО газоанализаторов, представленных на поверку, тому ПО, которое было зафиксировано (внесено в банк данных) при испытаниях в целях утверждения типа.

6.3.2 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

– проводят визуализацию идентификационных данных ПО, установленного в газоанализаторов (номер версии встроенного ПО отображается на дисплее газоанализатора в меню газоанализатора в разделе Информация (пиктограмма “i” на главном экране газоанализатора).

– сравнивают полученные данные с идентификационными данными, установленными при проведении испытаний в целях утверждения типа и указанными в описании типа газоанализаторов.

6.3.3 Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационные данные соответствуют указанным в Описании типа газоанализаторов (приложение к Свидетельству об утверждении типа).

6.4 Определение метрологических характеристик газоанализатора

6.4.1 Определение основной погрешности газоанализатора

Определение основной погрешности газоанализатора проводят в следующем порядке:

1) На вход газоанализатора подают ГС (таблица А.1 приложения А, соответственно определяемому компоненту и диапазону измерений) согласно рисунку 1 в последовательности:

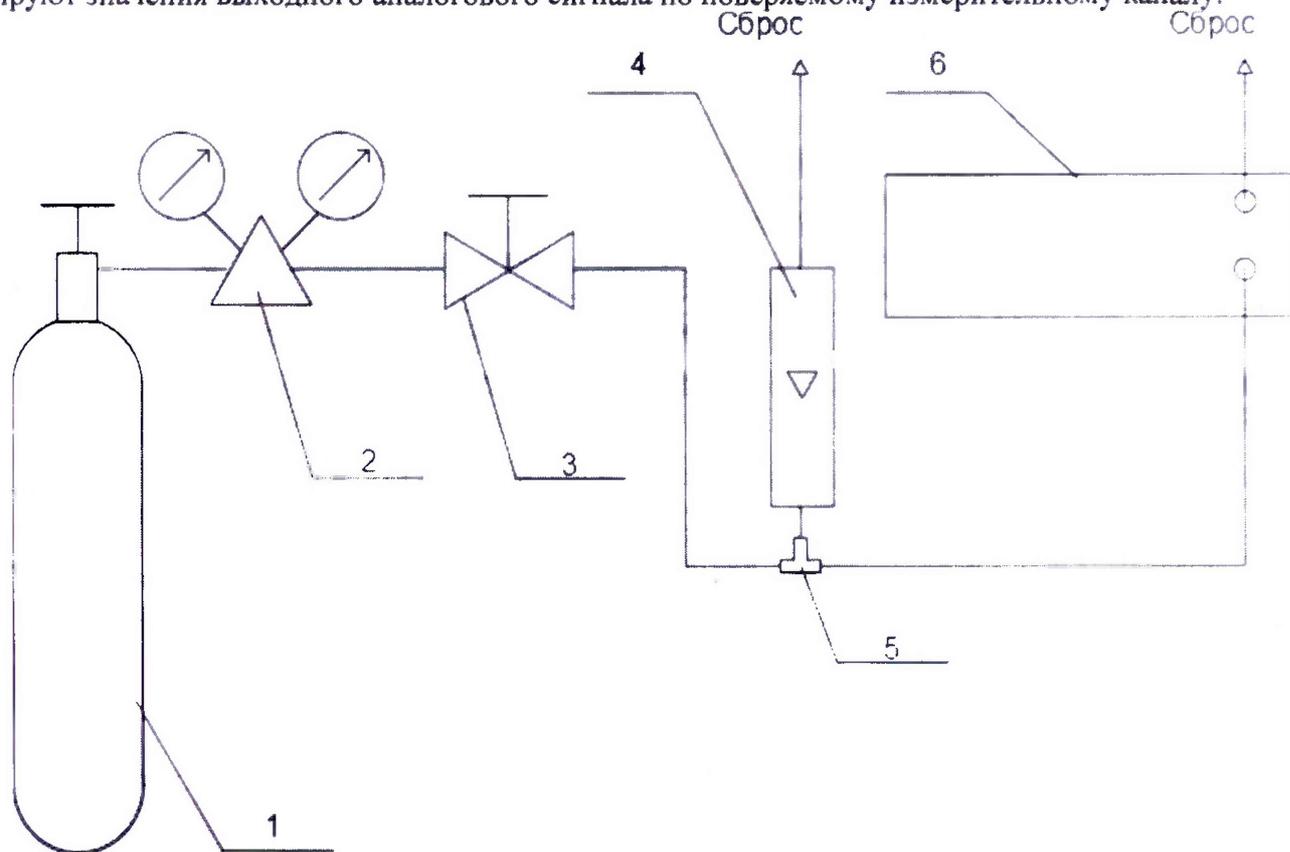
- №№ 1 – 2 – 3 – 4 – 2 – 1 – 4 – при первичной поверке;
- №№ 1 – 2 – 3 – 4 – при периодической поверке.

Расход ГС устанавливают так, чтобы расход в линии сброса после ротаметра 4 был на уровне $200 \text{ см}^3/\text{мин}$ для исключения возможности разбавления подаваемой ГС атмосферным воздухом.

2) Фиксируют установившиеся показания дисплея газоанализатора по поверяемому измерительному каналу при подаче каждой ГС.

Для модификаций CO12e*, CO12e*/CO2 (без дисплея) показания фиксируют с помощью персонального компьютера, подключенного к LAN-выходу (Ethernet) газоанализатора с помощью кросс-кабеля. Конфигурирование сетевой карты персонального компьютера для соединения проводится в соответствии с указаниями эксплуатационной документации газоанализатора. Интерфейс окна на дисплее компьютера идентичен интерфейсу дисплея газоанализатора.

При наличии в составе газоанализатора дополнительной платы ESTEL дополнительно фиксируют значения выходного аналогового сигнала по поверяемому измерительному каналу.



1 – баллон с ГС; 2 – редуктор баллонный; 3 – вентиль точной регулировки; 4 – индикатор расхода (ротаметр); 5 – тройник; 6 – газоанализатор.

Рисунок 1 – Схема подачи ГС из баллонов под давлением на вход газоанализатора при проведении поверки

3) Значение основной приведенной погрешности газоанализатора, γ_i , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma_i = \frac{c_i - c_i^A}{c_B - c_H} \cdot 100, \quad (1)$$

где c_i - результат измерений объемной доли определяемого компонента при подаче i -й ГС, млн⁻¹;

c_i^A - действительное значение объемной доли определяемого компонента в i -й ГС, млн⁻¹.

c_B, c_H - верхняя и нижняя границы поверяемого диапазона измерений для которого нормированы пределы допускаемой приведенной погрешности, объемная доля определяемого компонента, млн⁻¹.

4) Значение основной относительной погрешности газоанализатора δ_i , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_i = \frac{c_i - c_i^A}{c_i^A} \cdot 100 \quad (2)$$

Результат определения основной погрешности считают положительными, если основная погрешность газоанализатора во всех точках поверки не превышает пределов допускаемой основной приведенной погрешности (таблица Б.1 приложения Б) для соответствующего диапазона измерений.

6.4.2 Определение вариации показаний газоанализатора

Определение вариации выходного сигнала газоанализатора допускается проводить одновременно с определением основной погрешности по п. 6.4.1.

Значение приведенной вариации выходного сигнала, в долях от пределов основной приведенной погрешности, ϑ_γ , рассчитывают по формуле

$$\vartheta_\gamma = \frac{c_2^6 - c_2^M}{(c_B - c_H) \cdot \gamma_0} \cdot 100, \quad (3)$$

где c_2^6, c_2^M - результат измерений объемной доли определяемого компонента при подходе к точке поверки 2 со стороны больших и меньших значений, % или млн⁻¹;

γ_0 - пределы допускаемой приведенной погрешности, %.

Значение относительной вариации выходного сигнала, в долях от пределов основной относительной погрешности, ϑ_δ , рассчитывают по формуле

$$\vartheta_\delta = \frac{c_2^6 - c_2^M}{c_2^A \cdot \delta_0} \cdot 100, \quad (4)$$

где δ_0 - пределы допускаемой относительной погрешности, %.

Результат испытания считают положительным, если значение вариации не превышает 0,5 в долях от пределов допускаемой основной погрешности.

7 Оформление результатов поверки

- 7.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки произвольной формы.
- 7.2 Результатом поверки является подтверждение пригодности средства измерений к применению или признание средства измерений непригодным к применению. Если газоанализатор по результатам поверки признан пригодным к применению, то на него или техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма или выдается свидетельство о поверке установленной формы.
- 7.3 Если газоанализатор по результатам поверки признан непригодным к применению, оттиск поверительного клейма гасится, свидетельство о поверке аннулируется, выписывается извещение о непригодности установленной формы.

Приложение А
(обязательное)

Технические характеристики ГС, используемых для поверки газоанализаторов

Таблица А.1 - Технические характеристики ГС, используемых для поверки газоанализаторов

Определяемый компонент / измерительный канал	Диапазон измерений объемной доли	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения				Пределы допускаемой основной погрешности	ГОСТ, ТУ, номер по госреестру
		ГС №1	ГС №2	ГС №3	ГС №4		
Оксид углерода (СО)	от 0 до 10 млн ⁻¹)	нулевой воздух					генератор нулевого воздуха ZAG 7001 ²⁾
			2,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн.	5,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн.	8,6 млн ⁻¹ ± 20 % отн.	±4 % отн.	ГСО 10531-2014
	от 0 до 25 млн ⁻¹)	нулевой воздух					генератор нулевого воздуха ZAG 7001 ²⁾
			2,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн.			±4% отн.	ГСО 10531-2014
				12,5 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	22,5 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	±5 % отн.	ГСО 10532-2014
	от 0 до 50 млн ⁻¹)	нулевой воздух					генератор нулевого воздуха ZAG 7001 ²⁾
			2,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн.			±4% отн.	ГСО 10531-2014
				25 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	45 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	±5 % отн.	ГСО 10532-2014
	от 0 до 100 млн ⁻¹)	нулевой воздух					генератор нулевого воздуха ZAG 7001 ²⁾
			2,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн.			±4% отн.	ГСО 10531-2014
				50 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	90 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	±5 % отн.	ГСО 10532-2014

Определяемый компонент / измерительный канал	Диапазон измерений объемной доли	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения				Пределы допускаемой основной погрешности	ГОСТ, ТУ, номер по госреестру
		ГС №1	ГС №2	ГС №3	ГС №4		
Оксид углерода (CO)	от 0 до 200 млн ⁻¹	нулевой воздух					генератор нулевого воздуха ZAG 7001 ²⁾
			2,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн.			±4% отн.	ГСО 10531-2014
				100 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	180 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	±5 % отн.	ГСО 10532-2014
Оксид углерода (CO)	от 0 до 300 млн ⁻¹	нулевой воздух					генератор нулевого воздуха ZAG 7001 ²⁾
			2,0 млн ⁻¹ ± 20 % отн.			±4% отн.	ГСО 10531-2014
				150 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	270 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	±5 % отн.	ГСО 10532-2014
Диоксид углерода (CO ₂)	от 0 до 500 млн ^{-1 1)}	ПНГ - азот					Марка А по ТУ 6-21-39-79
			50 млн ⁻¹ ± 10 % отн.			±2,5 % отн.	ГСО 10531-2014
				250 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	475 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	± 5 % отн.	ГСО 10532-2014
	от 0 до 1000 млн ^{-1 1)}	ПНГ - азот					Марка А по ТУ 6-21-39-79
			50 млн ⁻¹ ± 10 % отн.			±2,5 % отн.	ГСО 10531-2014
				500 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	950 млн ⁻¹ ± 10 % отн.	± 5 % отн.	ГСО 10532-2014

Определяемый компонент / измерительный канал	Диапазон измерений объемной доли	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента в ГС и пределы допускаемого отклонения				Пределы допускаемой основной погрешности	ГОСТ, ТУ, номер по госреестру
		ГС №1	ГС №2	ГС №3	ГС №4		
Диоксид углерода (CO ₂)	от 0 до 2000 млн ⁻¹	ПНГ - азот					Марка А по ТУ 6-21-39-79
			50 млн ⁻¹ ± 10 % отн.			±2,5 % отн.	ГСО 10531-2014
				1000 млн ⁻¹ ± 7 % отн.	1800 млн ⁻¹ ± 7 % отн.	±3 % отн.	ГСО 10532-2014

¹⁾ Диапазоны измерений доступны для конфигурирования только для газоанализаторов с установленной дополнительной платой ESTEL.

²⁾ Воздух нулевой от генератора нулевого воздуха ZAG 7001 (номер в реестре СИ 61769-15), объемная доля оксида углерода не более 0,025 млн⁻¹. Допускается использование поверочного нулевого газа - воздуха марки А (Б), выпускаемого по ТУ 6-21-5-82 в баллонах под давлением, проанализированного на содержание оксида углерода, объемная доля оксида углерода не более 0,2 млн⁻¹.

Изготовители и поставщики стандартных образцов газовых смесей в баллонах под давлением должны быть прослеживаемы к государственному первичному эталону единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах ГЭТ 154-2016.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной погрешности газоанализаторов

Таблица Б.1 – Измерительный канал оксида углерода

Диапазон показаний ¹⁾ объемной доли ²⁾ оксида углерода, млн ⁻¹	Диапазон измерений объемной доли оксида углерода, млн ⁻¹	Пределы допускаемой основной ³⁾ погрешности, %	
		приведенной ⁴⁾	относительной
от 0 до 10 ¹⁾	от 0 до 2 включ.	±15	-
	св. 2 до 10	-	±15
от 0 до 25 ¹⁾	от 0 до 2 включ.	±15	-
	св. 2 до 25	-	±15
от 0 до 50 ¹⁾	от 0 до 2 включ.	±15	-
	св. 2 до 50	-	±15
от 0 до 100 ¹⁾	от 0 до 2 включ.	±15	-
	св. 2 до 100	-	±15
от 0 до 200 ¹⁾	от 0 до 2 включ.	±15	-
	св. 2 до 200	-	±15
от 0 до 300	от 0 до 2 включ.	±15	-
	св. 2 до 300	-	±15

¹⁾ Диапазоны доступны для конфигурирования пользователем при наличии платы ESTEI. (опция).

²⁾ Газоанализаторы обеспечивают возможность вывода результатов измерений содержания определяемого компонента в единицах массовой концентрации (мкг/м³, мг/м³, г/м³), значение коэффициента пересчета из единиц, выраженных в объемных долях, млн⁻¹, в единицы массовой концентрации, вводится пользователем вручную в меню настройки газоанализатора.

Пересчет результатов измерений концентрации определяемого компонента, выраженных в объемной доле, млн⁻¹, в массовую концентрацию, мг/м³, следует проводить по формуле

$$C_{(масс)} = C_{(об)} \cdot \frac{M \cdot P}{22,41 \cdot \left(1 + \frac{t}{273}\right) \cdot 760},$$

где $C_{(об)}$ - объемная доля определяемого компонента, млн⁻¹;
 $C_{(масс)}$ - массовая концентрация определяемого компонента, мг/м³;
 P - атмосферное давление, мм рт.ст.;
 M - молекулярная масса определяемого компонента, г/моль;
 t - температура анализируемой среды, °С.

Пересчет при контроле атмосферного воздуха проводят согласно РД 52.04.186-89 для условий 0 °С и 760 мм рт. ст., при контроле воздуха рабочей зоны согласно ГОСТ 12.1.005-88 для условий 20 °С и 760 мм рт. ст.

³⁾ В нормальных условиях измерений.

⁴⁾ Нормирующее значение - верхний предел диапазона измерений.

Таблица Б.2 – Измерительный канал диоксида углерода

Диапазон показаний объемной доли ²⁾ диоксида углерода, млн ⁻¹	Диапазон измерений объемной доли диоксида углерода, млн ⁻¹	Пределы допускаемой основной ³⁾ погрешности, %	
		приведенной ⁴⁾	относительной
от 0 до 500 ¹⁾	от 0 до 50 включ.	±10	-
	св. 50 до 500	-	±10
от 0 до 1000 ¹⁾	от 0 до 50 включ.	±10	-
	св. 50 до 1000	-	±10
от 0 до 2000	от 0 до 50 включ.	±10	-
	св. 50 до 2000	-	±10

¹⁾ Диапазоны доступны для конфигурирования пользователем при наличии платы ESTEL (опция).

²⁾ Газоанализаторы обеспечивают возможность вывода результатов измерений содержания определяемого компонента в единицах массовой концентрации (мкг/м³, мг/м³, г/м³), значение коэффициента пересчета из единиц, выраженных в объемных долях, млн⁻¹, в единицы массовой концентрации, вводится пользователем вручную в меню настройки газоанализатора.

³⁾ В нормальных условиях измерений.

⁴⁾ Нормирующее значение - верхний предел диапазона измерений.