

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



СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

« 09 » сентября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
Устройства контроля шахтной атмосферы MPS  
Методика поверки  
МП 242-2459-2021

И.о. руководителя научно-исследовательского отдела  
государственных эталонов  
в области физико-химических измерений  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.В. Колобова

" 09 09 2021 г.

Разработал  
руководитель лаборатории  
Т.Б. Соколов

г. Санкт-Петербург  
2021 г.

Настоящая методика поверки распространяется на устройства контроля шахтной атмосферы MPS (в дальнейшем – устройства), изготавливаемые фирмой «TEVEL d.o.o.», Словения, и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- **прямое измерение** поверяемым средством измерений величины, воспроизводимой мерой или стандартным образцом.

Примечания:

1) 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.

2) В случае, если устройство эксплуатируется в составе измерительного канала измерительной системы утвержденного типа, то при проведении поверки следует руководствоваться утвержденной методикой поверки на систему.

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

## 1 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
4 Определение метрологических характеристик	9		
4.1 Определение основной погрешности	9.1	да	да
4.2 Определение вариации выходного сигнала	9.2	да	нет
4.3 Определение времени установления выходного сигнала	9.3	да	да

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

## 2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 97,0 до 104,6.



### 3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 К работе с устройствами и проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с ГОСТ 13320-81, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ Р 52350.29-1-2010, приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2315, эксплуатационной документацией поверяемых устройств, эталонных и вспомогательных средств поверки, имеющие квалификацию не ниже инженера и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 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 ... 9	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13), диапазон измерений температуры от -10 до +60 °С, относительной влажности от 10 до 95 %, атмосферного давления от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности по каналам: относительной влажности $\pm 3$ %, температуры $\pm 0,4$ °С, абсолютного давления $\pm 5$ гПа
	Вольтметр универсальный цифровой В7-40/1 (ФИФ 39075-13), Тг2.710.016 ТУ, диапазон измерения напряжения постоянного тока от 0,01 мВ до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений на пределах 20, 200, 2000 В $\pm (0,1 + 0,02(U_k/U - 1))$ %, диапазон измерений сопротивления постоянному току от 0,01 Ом до 20 МОм, пределы допускаемой относительной погрешности на пределах измерений 200 Ом, 2. 20. 200, 2000 кОм $\pm (0,15 + 0,05(R_k/R - 1))$ %, диапазон измерений силы постоянного тока от 0,01 мкА до 2000 мА, пределы допускаемой основной относительной погрешности на пределах 200 мкА, 2, 20, 200, 2000 мА $\pm (0,2 + 0,02(I_k/I - 1))$ %
	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-96 (ФИФ 75261-19), диапазон измерений частоты от 0,01 до $200 \cdot 10^6$ Гц
	Источник питания постоянного тока Б5-48, диапазон напряжения постоянного тока от 0 до 50 В, сила тока от 0 до 2 А *
9	Стандартные образцы газовых смесей состава метан – азот, оксид углерода– азот (ГСО 10531-2014, 10532-2014) в баллонах под давлением (Приложение А) <sup>1)</sup>
	Азот особой чистоты сорт 2 по ГОСТ 9293-74 в баллонах под давлением
	Поверочный нулевой газ (ПНГ) – воздух марки Б по ТУ 6-21-5-82 в баллонах под давлением
	Ротаметр РМ-А-0,063Г УЗ, ГОСТ 13045-81, верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,063 м <sup>3</sup> /ч, кл. точности 4 *
	Секундомер механический СОПр, СОСпр (ФИФ 11519-11), ТУ 25-1894.003-90, класс точности третий
	Редуктор баллонный кислородный одноступенчатый БКО-50-4 по ТУ 3645-026-00220531-95 * или Редуктор баллонный одноступенчатый “Go Regulator” серии PR-1 (нержавеющая сталь 316L), диапазон регулирования давления на выходе от 0 до 7 кгс/см <sup>2</sup> . Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160), диапазон рабочего давления

<sup>1)</sup> Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГС), не указанных в Приложении А, при выполнении следующих условий:

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



Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, метрологические и технические характеристики
	(0-150) кгс/см <sup>2</sup> , диаметр условного прохода 3 мм *
	Трубка медицинская поливинилхлоридная (ПВХ) по ТУ6-01-2-120-73, 6×1,5 мм *
	Насадка для подачи ГС (входит в комплект поставки)

4.2 Все средства поверки, кроме отмеченных в таблице 2 знаком «\*» должны быть поверены<sup>2)</sup>; газовые смеси и чистые газы в баллонах под давлением – иметь действующие паспорта.

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

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на устройства.

5.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

5.3 Требования техники безопасности при эксплуатации ГС и чистых газов в баллонах под давлением должны соответствовать Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением", утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 г. № 536.

5.4 Должны соблюдаться "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей".

## 6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки взрывозащиты на корпусе устройств;
- соответствие комплектности (при первичной поверке);
- маркировка должна быть четкой и соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность.

Устройства считают выдержавшими внешний осмотр, если они соответствуют указанным выше требованиям.

## 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- 1) собирают схему поверки, рекомендуемая схема приведена на рисунке Б.1 Приложения Б;
- 2) выдерживают в помещении, в котором будет проводиться поверка, ГС в баллонах под давлением и средства поверки в течение не менее 24 ч, поверяемое устройство - не менее 3 ч;
- 3) включают электрическое питание устройства;
- 4) выдерживают устройство во включенном состоянии в течение времени прогрева.

7.2 При опробовании проводят общую проверку функционирования устройства при включении электрического питания в порядке, описанном в эксплуатационной документации.

Результат опробования считают положительным, если по окончании времени прогрева отсутствует информация об отказах, органы управления функционируют, значение выходного аналогового сигнала на чистом атмосферном воздухе соответствует требованиям эксплуатационной документации.

<sup>2)</sup> Сведения о поверке средств измерений доступны в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

## 8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Подтверждение соответствия ПО устройств проводится путем проверки соответствия ПО устройств тому ПО, которое было зафиксировано (внесено в банк данных) при испытаниях для целей утверждения типа.

8.2 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

- проводят визуализацию идентификационных данных ПО системы по информации, отображаемой на дисплее устройства при включении электрического питания;
- сравнивают полученные данные с идентификационными данными, установленными при проведении испытаний для целей утверждения типа и указанными в Описании типа устройства.

## 9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение основной погрешности

Определение основной погрешности устройства проводят в следующей последовательности:

а) собирают газовую схему, рекомендуемая схема представлена на рисунке Б.1 Приложения Б;

б) на вход устройства, используя насадку для подачи ГС, входящую в комплект поставки, подают ГС (Приложение А, в зависимости от модели и диапазона измерений поверяемого устройства) в последовательности №№ 1 – 2 – 3 – 4 – 3 – 2 – 1 – 4.

Время подачи каждой ГС не менее  $3 \cdot T_{0,9}$  (предела допускаемого времени установления выходного сигнала) для соответствующего определяемого компонента и диапазона измерений, время подачи контролируют с помощью секундомера (без учета транспортного запаздывания в газовом тракте).

Расход ГС устанавливают вентилем точной регулировки или с помощью генератора газовых смесей в диапазоне от 0,4 до 0,6 дм<sup>3</sup>/мин.

При подаче каждой ГС следует фиксировать установившиеся показания устройства по показаниям дисплея и вторичного прибора, подключенного к аналоговому выходу устройства. Допускается фиксировать показания по цифровому выходу (RS485, ProfiBus / CAN) посредством персонального компьютера с установленным программным обеспечением.

По показаниям вторичного прибора, подключенного к аналоговому выходу устройства, рассчитывают результат измерения содержания определяемого компонента по формулам, приведенным в таблице 3 (в зависимости от типа аналогового выходного сигнала).

Таблица 3 – Функции преобразования устройств контроля шахтной атмосферы MPS

Тип аналогового выхода	Диапазон изменения выходного сигнала	Функция преобразования *
Напряжение постоянного тока	от 0,4 до 2 В	$C_i = \frac{C_B}{1,6} \cdot (U_i - 0,4)$
	от 1 до 5 В	$C_i = \frac{C_B}{4} \cdot (U_i - 1)$
Сила постоянного тока	от 4 до 20 мА	$C_i = \frac{C_B}{16} \cdot (I_i - 4)$
	от 0,2 до 1 мА	$C_i = \frac{C_B}{0,8} \cdot (I_i - 0,2)$
Частота	от 5 до 15 Гц	$C_i = \frac{C_B}{10} \cdot (F_i - 5)$

\* В формулах приняты следующие обозначения:

1)  $U_i$  – значение напряжения на аналоговом выходе устройства при подаче i-й ГС, В;



Тип аналогового выхода	Диапазон изменения выходного сигнала	Функция преобразования *
2) $C_B$ – значение объемной доли определяемого компонента, соответствующее верхней границе диапазона <b>показаний</b> поверяемого устройства, % или млн <sup>-1</sup> (таблица В.1 приложения В); 3) $I_i$ – значение токового выходного сигнала устройства при подаче $i$ -ой ГС, мА; 4) $F_i$ – значение частотного выходного сигнала устройства при подаче $i$ -й ГС, Гц.		

в) фиксируют установившиеся показания устройства при подаче каждой ГС;

г) значение основной абсолютной погрешности устройства  $\Delta_i$ , объемная доля определяемого компонента, % (млн<sup>-1</sup>), рассчитывают по формуле

$$\Delta_i = C_i - C_i^D, \quad (1)$$

где  $C_i$  – установившиеся показания устройства при подаче  $i$ -й ГС, объемная доля определяемого компонента, % (млн<sup>-1</sup>)

$C_i^D$  – действительное значение содержания определяемого компонента в  $i$ -ой ГС, объемная доля определяемого компонента, % (млн<sup>-1</sup>)

д) значение основной относительной погрешности устройства  $\delta_i$ , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_i = \frac{C_i - C_i^D}{C_i^D} \cdot 100 \quad (2)$$

Результаты определения основной погрешности считают положительными, если основная погрешность устройства не превышает пределов, указанных в таблице В.1 Приложения В для соответствующей модели, определяемого компонента и диапазона измерения.

## 9.2 Определение вариации выходного сигнала

Определение вариации выходного сигнала устройства допускается проводить одновременно с определением основной погрешности по п. 9.1 при подаче ГС № 3.

Значение вариации показаний устройства  $\vartheta_\Delta$ , в долях от пределов допускаемой основной абсолютной погрешности, рассчитывают по формуле

$$\vartheta_\Delta = \frac{C_3^B - C_3^M}{\Delta_0}, \quad (3)$$

где  $C_3^B$ ,  $C_3^M$  – результат измерений содержания определяемого компонента при подходе к точке 3 со стороны больших и меньших значений, объемная доля определяемого компонента, % (млн<sup>-1</sup>);

$\Delta_0$  – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности устройства в точке 3, объемная доля определяемого компонента, % (млн<sup>-1</sup>).

Значение вариации показаний устройства  $\vartheta_\delta$ , в долях от пределов допускаемой основной относительной погрешности, рассчитывают по формуле

$$\vartheta_\delta = \frac{C_3^B - C_3^M}{C_3^D \cdot \delta_0} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $\delta_0$  – пределы допускаемой основной относительной погрешности устройства в точке поверки 3, %.

Результат определения вариации выходного сигнала устройства считают положительным, если вариация выходного сигнала устройства не превышает 0,5 в долях от пределов допускаемой основной погрешности.

### 9.3 Определение времени установления выходного сигнала

Допускается проводить определение времени установления выходного сигнала одновременно с определением основной погрешности по п. 9.1 и в следующем порядке:

а) на вход устройства, используя насадку для подачи ГС, входящую в комплект поставки, подают ГС № 3, фиксируют установившиеся показания устройства. Расход ГС устанавливают в диапазоне от 0,4 до 0,6 дм<sup>3</sup>/мин;

б) вычисляют значение, равное 0,9 установившихся показаний;

в) подают на вход устройства ГС № 1, фиксируют установившиеся показания. Отклонение от нулевых показаний должно быть не более 0,5 в долях от предела допускаемой основной погрешности;

г) подают на вход устройства, используя насадку для подачи ГС, входящую в комплект поставки, ГС № 3, включают секундомер и фиксируют время достижения значений, рассчитанного в п. б).

Результат определения времени установления выходного сигнала считают положительным, если время установления показаний не превышает пределов, указанных в таблице В.1 Приложения В.

## 10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Устройства контроля шахтной атмосферы MPS признают соответствующим метрологическим требованиям, указанным в описании типа, если результаты проверок по пп. 6 и 7 положительные, а результаты проверок по пп. 8 и 9 соответствуют требованиям описания типа устройств.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Г.

11.2 Устройства, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению. При отрицательных результатах устройства не допускают к применению.

11.3 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.



Приложение А  
(обязательное)

Характеристики ГС, используемых при проведении поверки

Таблица А.1 - Характеристики ГС, используемых при проведении поверки устройств контроля шахтной атмосферы MPS мод. MPS-11D-NG-CH<sub>4</sub>

Диапазон показаний объемной доли метана, %	Номер ГС	Номинальное значе- ние объемной доли метана в ГС, пределы допускаемого откло- нения	Пределы допус- каемой погреш- ности аттеста- ции	ГОСТ, ТУ, реги- страционный № в ФИФ
от 0,0 до 5,0	1	ПНГ – воздух	-	марка Б, ТУ 6-21-5-82
	2	1,5 % ± 5 % отн.	±1	ГСО 10531-2014 (метан-азот)
	3	3,5 % ± 5 % отн.		
	4	4,75 % ± 5 % отн.		
от 0 до 100	1	ПНГ – воздух или азот	-	марка Б ТУ 6-21-5-82 или Азот о.ч. сорт 1 по ГОСТ 9293-74
	2	20 % ± 5 % отн.	±2,0	ГСО 10532-2014 (метан-азот)
	3	50 % ± 3 % отн.	±1,0	
	4	92 % ± 0.5 % отн.	±0,2	
Примечания: 1) Изготовители и поставщики ГС - предприятия-производители стандартных образцов со- става газовых смесей, прослеживаемых к государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154. 2) ПНГ – воздух марка Б ТУ 6-21-5-82 в баллоне под давлением. 3) Азот о.ч. сорт 1 по ГОСТ 9293-74, объемная доля азота не менее 99,999 %				



Таблица А.2 - Характеристики ГС, используемых при проведении поверки устройств контроля шахтной атмосферы MPS мод. MPS-06-NG-CO

Определяемый компонент	Диапазон измерений объемной доли определяемого компонента	Номинальное значение объемной доли определяемого компонента, пределы допускаемого отклонения от номинального значения				Пределы допускаемой погрешности	ГОСТ, ТУ, регистрационный № в ФИФ
		ГС №1	ГС №2	ГС №3	ГС №4		
Оксид углерода (CO)	от 0 до 300 млн <sup>-1</sup>	ПНГ – воздух					Марка Б по ТУ 6-21-5-85
			0,002 % ± 10 % отн.	0,015 % ± 10 % отн.	0,029 % ± 10 % отн.	±2,5 % отн.	ГСО 10531-2014 (оксид углерода – воздух)
	от 0 до 1000 млн <sup>-1</sup>	ПНГ – воздух					Марка Б по ТУ 6-21-5-85
			0,002 % ± 10 % отн.	0,05 % ± 10 % отн.	0,09 % ± 10 % отн.	±2,5 % отн.	ГСО 10531-2014 (оксид углерода – воздух)

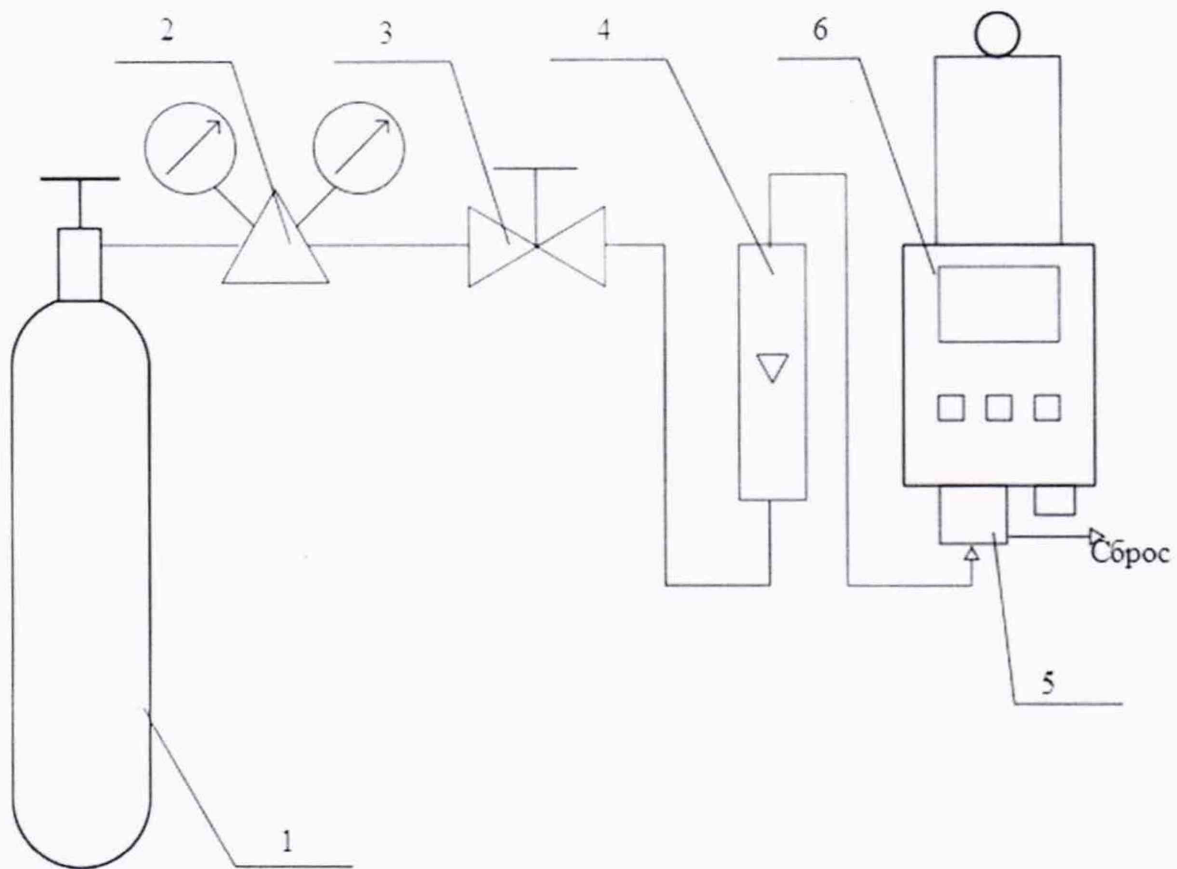
Примечания:

1) Изготовители и поставщики ГС - предприятия-производители стандартных образцов состава газовых смесей, прослеживаемых к государственному первичному эталону единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154.

2) ПНГ – воздух марка Б ТУ 6-21-5-82 в баллоне под давлением.

Приложение Б  
(рекомендуемое)

Схема подачи ГС на устройство контроля при проведении поверки



1 – баллон с ГС; 2 – редуктор баллонный; 3 – вентиль точной регулировки тросовый; 4 – ротаметр (индикатор расхода); 5 – газовый адаптер (насадка для подачи ГС); 6 – устройство контроля

Подача ГС при использовании генератора газовых смесей осуществляется аналогично, при этом вентиль точной регулировки тросовый 3 и ротаметр 4 могут быть исключены из схемы при условии задания необходимого расхода ГС непосредственно на генераторе

Рисунок 1 – Схема подачи ГС на устройство контроля при проведении поверки



# Приложение В

(обязательное)

Диапазоны измерений, пределы допускаемой основной погрешности, предел допускаемого времени установления выходного сигнала

Таблица В.1 – Диапазоны измерений, пределы допускаемой основной погрешности, предел допускаемого времени установления выходного сигнала

Определяе- мый компо- нент / мо- дель устройства	Диапазон показаний 1) объем- ной доли	Диапазон измерений объемной доли	Пределы допускаемой ос- новной погрешности		Предел до- пускаемого времени установле- ния выход- ного сигнала $T_{0,90}$ , с	Цена деле- ния наименьше- го разряда дисплея
			абсолют- ной, объ- емная доля	относитель- ной, %		
Оксид угле- рода (CO) / MPS-06-NG- CO	от 0 до 300 млн <sup>-1</sup>	от 0 до 20 млн <sup>-1</sup> включ.	±2,0 млн <sup>-1</sup>	-	35	1 млн <sup>-1</sup>
		св. 20 до 300 млн <sup>-1</sup>	-	±10		
	от 0 до 1000 млн <sup>-1</sup>	от 0 до 20 млн <sup>-1</sup> включ.	±2,0 млн <sup>-1</sup>	-	35	1 млн <sup>-1</sup>
		св. 20 до 1000 млн <sup>-1</sup>	-	±10		
Метан (CH <sub>4</sub> ) / MPS-11D- NG-CH <sub>4</sub>	от 0 до 5 %	от 0,00 до 1,00 % включ.	±0,1 %	-	30	0,01 %
		св. 1,00 до 5,00 %	-	±10		
	от 0 до 100 %	от 0,0 до 20,0 % включ.	±2 %	-	30	0,1 %
		св. 20 до 100 %	-	±10		

1) По показаниям дисплея. Диапазон показаний определяется при заказе.

Приложение Г  
(рекомендуемое)  
Рекомендуемая форма протокола поверки

**Протокол поверки**

от \_\_\_\_\_  
(дата поверки)

Наименование СИ	
Зав. №	
Регистрационный номер в ФИФ ОЕИ	
Изготовитель СИ	
Год выпуска СИ	
Наименование методики поверки СИ	
Владелец СИ	

**Условия проведения поверки:**

Параметры	Требования МП	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность воздуха, %		
Атмосферное давление, кПа		

**Средства поверки**

---

---

---

*(наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, сведения о поверке/аттестации)*

**Внешний осмотр средства измерений**

---

---

*(результаты внешнего осмотра средства измерений)*

**Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

---

---

*(результаты подготовки к поверке и опробования средства измерений)*

**Проверка программного обеспечения средства измерений**

---

---

*(результаты проверки ПО средства измерений)*

**Определение метрологических характеристик средства измерений**

---

---

*(результаты определения метрологических характеристик средства измерений)*