

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

СОГЛАСОВАНО

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

А.Н.Пронин

М.п. «14» декабря 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Системы экологического мониторинга MS3550-M3

Методика поверки

МП-242-2443-2021

Руководитель научно-исследовательского отдела
Государственных эталонов в области
физико-химических измерений

А.В.Колобова

Инженер 2-ой категории научно-исследовательского
отдела Государственных эталонов в области
физико-химических измерений

К.А.Заречнов

Санкт-Петербург

2021 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на системы экологического мониторинга MS3550-M3 (далее – система), и устанавливает методы и средства их первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Последовательность проведения поверки согласно таблице А.1 приложения А:

1 Определение метрологических характеристик (МХ) газоаналитических каналов и канала измерений содержания паров воды в целом на объекте (по ГСО и реальной среде).

2 Определение МХ измерительного канала (ИК) твердых (взвешенных) частиц системы в лабораторных условиях и на объекте.

При проведении поверки ИК на объекте в соответствии с Приложением Д устанавливается поправочный коэффициент, соответствующий параметрам реальной газодисперсной среды.

3 Определение МХ каналов параметров газового потока системы:

- датчики температуры, давления, скорости - в лабораторных условиях, канал передачи информации – на объекте или каждый канал в целом - на объекте.

Первичная поверка системы проводится после ее опытной эксплуатации на объекте в течение не менее месяца.

Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость поверяемых каналов системы к следующим ГПЭ:

- Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154 в соответствии Приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2315;

- Государственный первичный эталон единицы температуры ГПЭ-I в соответствии ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020;

- Государственный первичный эталон единицы абсолютного давления для области абсолютного давления в диапазоне ($1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$) Па в соответствии с Приказом Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900;

- Государственный первичный эталон единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм ГЭТ 156-2015 в соответствии с Приказом Росстандарта от 27.11.2018 г. № 2517;

- Государственный первичный специальный эталон единицы скорости воздушного потока ГЭТ 150-2012 в соответствии с Приказом Росстандарта 25.11.2019 г. № 2815;

- Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91), в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, – прямое измерение поверяемым средством измерений величины, воспроизводимой рабочим эталоном или стандартным образцом.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1 - Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Опробование	8		
2.1 Проверка общего функционирования	8.2.1	Да	Да
2.2 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией	8.2.2	Да	Да
2.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	9	Да	Да

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
3 Определение метрологических характеристик	10		
3.1 Определение погрешности газоаналитических каналов (с использованием ГСО)	10.1	Да	Да
3.2 Определение погрешности газоаналитических каналов и канала паров воды на объекте (на реальной среде)	10.2	Да	Да
3.3 Определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц с использованием:	10.3		
- тестового аэрозоля	10.3.1	Да	Нет
- комплекта светофильтров	10.3.2	Да	Да
3.3.1 Определение поправочного коэффициента на объекте (на реальной среде) для канала взвешенных частиц	10.3.3	Да	Да
3.4 Определение погрешности каналов температуры, давления и скорости	10.4	Да	Да

2.2 Допускается проведение периодической поверки в сокращенном объеме (для применяемых поддиапазонов, измерительных каналов или автономных блоков) с обязательной передачей информации об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

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

2.4 Место и условия проведения поверки приведены в таблице А.1 (приложение А).

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С в соответствии с таблицей А.1 (Приложение А);
- атмосферное давление, кПа от 90,6 до 104,6;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки систем допускаются лица, ознакомленные приказом Минпромторга России от 31.08. 2020 г. № 2510, документацией на системы MS3550-МЗ, (руководства по эксплуатации, методики измерений), имеющие квалификацию поверителя, прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке

5 Метрологические требования к средствам поверки

5.1 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
3, 7-9	Прибор комбинированный Testo-622 (регистрационный номер 53505-13), диапазон измерений относительной влажности от 10 до 95%, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3,0$ %, диапазон измерений температуры от минус 10 до плюс 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,4$ °С, диапазон измерений абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 5,0$ гПа.
10.1	Стандартные образцы состава - газовые смеси (ГС) в баллонах под давлением, приведенные в таблице Б.1 Приложения Б Поверочный нулевой газ (ПНГ) – азот газообразный особой чистоты 1-го или 2-го сорта в баллоне под давлением по ГОСТ 9293-74.
10.2	Средства измерений и вспомогательные устройства в соответствии с МИ «М-МВИ-277-18. Методика измерений массовой концентрации паров воды в промышленных выбросах» регистрационный номер ФР.1.31.2018.30255 Средства измерений и вспомогательные устройства в соответствии с МИ «М-МВИ-276-17. Методика измерений массовой концентрации диоксида серы и окислов азота в промышленных выбросах», регистрационный номер ФР.1.31.2017.27953 от 01.11.2017 г. (спектрофотометр серии UV модель UV-1800, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 19387-08) Комплекс переносной измерительный КПИ для определения МХ газоаналитических ИК автоматических информационно-измерительных систем (АИС) на объекте на реальных средах (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 69364-17)
10.3	Рабочий эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах с относительной погрешностью не более ± 10 % в соответствии с ГОСТ Р 8.606-2012 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов. Пыль инертная марки ПИГ по ГОСТ Р 51569-2000 Пыль инертная. Технические условия Комплект светофильтров КСФ-01 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 19696-00)
10.3	Рабочие эталоны единицы спектрального коэффициента направленного пропускания 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, утвержденной Приказом Росстандарта от 27.11.2018 г. № 2517 Средства измерений в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9096 Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации твердых частиц ручным гравиметрическим методом

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, метрологические и технические характеристики
10.4	<p>Рабочие эталоны единицы скорости воздушного потока в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 25.11.2019 г. № 2815</p> <p>Калибратор давления портативный Метран 517 (регистрационный номер 39151-12)</p> <p>Термостат жидкостный серии «ТЕРМОТЕСТ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 39300-08)</p> <p>Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 19916-10)</p> <p>Калибратор электрических сигналов СА 150, (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53468-13)</p> <p>Газоанализатор многокомпонентный «МОНОЛИТ» регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 65880-16)</p>
8-10	<p>Вентиль точной регулировки ВТР-1 (или ВТР-1-М160), диапазон рабочего давления (0-150) кгс/см², диаметр условного прохода 3 мм</p> <p>Ротаметр РМФ-0,63 ГУЗ, ГОСТ 13045-80, верхняя граница диапазона измерений объемного расхода 0,63 м³/ч, пределы допускаемой приведенной погрешности ±2,5 %</p> <p>Трубка фторопластовая по ТУ 6-05-2059-87, диаметр условного прохода 5 мм, толщина стенки 1 мм</p>

5.2 Допускается применение аналогичных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых системы с требуемой точностью.

5.3 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке, газовые смеси и азот газообразный в баллонах под давлением – действующие паспорта.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

6.2 Концентрации вредных компонентов в воздухе рабочей зоны не должны превышать значений, приведенных в ГОСТ 12.1.005-88.

6.3 При работе с системой необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом Минэнерго РФ № 6 от 13.01.2003 и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные приказом Минтруда России № 328 н от 24.07.2013, введенные в действие с 04.08.2014.

6.4 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», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25.03.2014 г. № 116.

6.5 Не допускается сбрасывать ГС в атмосферу рабочих помещений.

6.6 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на систему и прошедшие необходимый инструктаж.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие системы следующим требованиям:

7.1.1 При внешнем осмотре системы, в т.ч. проботборного зонда и обогреваемой линии, должно быть установлено отсутствие внешних повреждений и загрязнений, влияющих на работоспособность.

7.1.2 Комплектность и маркировка должны соответствовать указанным в паспорте на систему.

7.1.3 Для средств измерений (СИ), входящих в состав системы, должны быть установлены:

- исправность органов управления, настройки и коррекции;
- четкость всех надписей на лицевых панелях СИ;
- четкость и контрастность цифровых дисплеев СИ.

7.1.4 Для пробоотборного зонда с обогреваемой линией должно быть установлено соответствие температуры, указанной в паспорте, температуре точки росы для конкретного объекта с учетом запаса 15 °С.

7.1.5 Система считается выдержавшим внешний осмотр удовлетворительно, если она соответствует всем перечисленным выше требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

8.1.1 Подготавливают систему к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на систему.

8.1.2 Подготавливают к работе средства поверки, указанные в таблице 2, в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.1.3 Проверяют наличие паспортов и сроки годности ГС.

8.1.4 Баллоны с ГС выдерживают в помещении, в котором проводят поверку, в течение не менее 24 ч.

8.1.5 Включают приточно-вытяжную вентиляцию.

8.1.6 При проведении поверки с использованием ГСО - газовых смесей (п.10.1) подсоединяют фторопластовую трубку с выхода вентиля точной регулировки, установленного на баллоне с ГС, через тройник на вход подачи газа пробоотборного зонда в соответствии с рисунком 1 Приложения В).

Расход ГС должен быть на (10 – 20) % выше расхода, потребляемого комплексом. Контроль расхода на сбросе осуществляют при помощи ротаметра, подключенного к тройнику.

8.1.7 При проведении поверки на реальной среде с использованием пробы газовых выбросов выполняют одну из следующих операций:

а) проводят отбор пробы в сосуд с поглотительным раствором в соответствии с МИ «М-МВИ-276-17 и в аккредитованной лаборатории измеряют в ней содержание компонентов: NO_x (в пересчете на NO₂) и SO₂.

Примечание:

1 Допускается предоставление пробы предприятием-владельцем СИ с актом отбора.

2 Допускается применение других стандартизованных методов, оформленных в виде ГОСТ или аттестованных МИ и обеспечивающих измерение с требуемой точностью.

б) устанавливают поверочный комплекс КПИ (далее – КПИ) в условиях размещения поверяемой системы, в состав которой входит газоанализатор; зонд КПИ вставляют в технологическое отверстие дымовой трубы рядом с зондом поверяемой системы, подключают к зонду трубопровод и проводят их нагрев до требуемой температуры (температуры зонда поверяемой системы) в соответствии с РЭ на КПИ.

Примечание: Допускается подключение зонда КПИ к тройнику, установленному на обогреваемом трубопроводе поверяемой системы (перед подачей анализируемого газа на вход газоанализатора).

Продувают зонд и трубопровод КПИ после их нагрева 10-ти кратным объемом анализируемого газа, после чего проводят измерение содержания оксидов азота (по шкале NO_x).

8.2 Опробование

8.2.1 Проверка общего функционирования

Проверку общего функционирования средств измерений и устройств в составе системы проводят в процессе тестирования при их запуске в соответствии с РЭ на приборы.

Результаты проверки считают положительными, если:

- отсутствует информация об отказах элементов, входящих в состав системы;
- на дисплее датчиков ИК индицируется текущая информация об измеряемых параметрах;

- на мониторе персонального компьютера (ПК) или цифровых выходов контроллера (ПЛК) системы для всех ИК поверяемой системы индицируется текущая информация об измеряемых параметрах.

8.2.2 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией

Проверка осуществляется подачей ПГС № 1 - ПНГ (азот газообразный в баллоне под давлением по ГОСТ 9293-74) и ПГС №2 (O₂/N₂) (таблица Б.1 приложения Б) на вход системы, имеющей канал измерений кислорода, через устройство отбора и подготовки пробы, в порт калибровки зонда (перед фильтром).

Предварительно подают указанные выше ПГС непосредственно на вход газоанализатора.

Подачу ГС проводят в соответствии с п. 5.1.6.

Результаты считаются положительными, если изменение показаний по каналу измерений кислорода не превышает погрешности, приведенной в таблице Г.1 Приложения Г.

Примечание: Допускается проверку герметичности проводить по измерительному каналу оксида углерода (СО) с подачей ПГС №2 (СО/N₂) (таблица Б.1 приложения Б).

Результаты считаются положительными, если изменение показаний по каналу измерений оксида углерода (СО) не превышает погрешности, приведенной в таблице Г.1 Приложения Г.

9 Проверка программного обеспечения

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» заключается в подтверждении идентификационных данных метрологически значимой части ПО контроллера СК-1000/ПЛК160 и Siemens WinCC SCADA/ MasterSCADA.

Идентификационные данные ПО (наименование и номер версии) отображаются на мониторе компьютера АРМ системы при запуске АРМ в соответствии с РЭ. Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма) можно посмотреть, нажав на кнопку «Показать цифровой идентификатор ПО» во вкладке «Сервис».

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительным, если полученные идентификационные данные соответствуют указанным в разделе «Программное обеспечение» описания типа средства измерений.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение погрешности газоаналитических каналов (с использованием ГСО)

Определение погрешности проводят при поочередной подаче ПГС на вход пробоотборного зонда в последовательности: №№ 1-2-3-2-1-3 и считывании показаний с дисплея газоанализатора и монитора ПК системы.

Подачу ПГС проводят в соответствии с пунктом 5.1.6. Номинальные значения содержания измеряемых компонентов в ПГС приведены в таблице Б.1 приложения Б.

Значения приведенной погрешности (γ в %) для диапазонов, приведенных в таблице, Г.1 Приложения Г), рассчитывают для каждой ГС по формуле

$$\gamma = \frac{C_i - C_d}{C_k} \cdot 100 \quad (10.1)$$

где C_i – показания монитора ПК системы при подаче i -ой ПГС, мг/м³ (% об.);

C_d – действительное значение массовой концентрации (объемной доли) определяемого компонента в ПГС, мг/м³ (% об.);

C_k – верхний предел диапазона измерений, мг/м³ (% об.).

Значения относительной погрешности (δ в %) для диапазонов, приведенных в таблице Г.1 приложения Г, рассчитывают для каждой ГС по формуле

$$\delta = \frac{C_i - C_d}{C_d} \cdot 100 \quad (10.2)$$

где C_i – показания монитора ПК комплекса при подаче i -ой ПГС, мг/м³ (% об.);

C_d – действительное значение массовой концентрации (объемной доли) определяемого компонента в ПГС, мг/м³, (% об.).

Результаты определения считают положительными, если:

- полученные значения погрешности) не превышают пределов допускаемой погрешности каналов, приведенных в таблицах Г.1. Приложения Г;

- расхождение показаний дисплея газоанализатора и показаний мониторов компьютера с ПО не превышает 0,2 долей от пределов допускаемой погрешности.

10.2 Определение погрешности газоаналитических каналов и канала измерений объемной доли паров воды на объекте (на реальной среде)

10.2.1 Определение погрешности газоаналитических каналов (в комплекте с пробоотборным зондом с обогреваемой линией) на объекте с использованием реальной среды (проба газовых выбросов), в которой измерение содержания компонентов проводится с отбором пробы в поглотительный сосуд в соответствии с методики измерений МИ М-МВИ-276-17 или с использованием комплекса КПИ.

Примечание: Допускается применение других СИ или стандартизованных методов, оформленных в виде ГОСТ или аттестованных МИ и обеспечивающих измерение с требуемой точностью.

Число измерений - в соответствии с МИ или в течение 20 мин каждые 5 мин для КПИ.

Одновременно проводят отсчет показаний по дисплею газоанализатора и монитора ПК комплекса.

Значения приведенной (относительной) погрешности для диапазонов измерений, в которых нормированы пределы допускаемой приведенной (относительной) погрешности (таблица Г.1 Приложения Г), рассчитывают по формулам 10.1 и 10.2, где C_d – результат измерений, полученный по МИ в аккредитованной лаборатории или показания дисплея КПИ, мг/м³, (% об.).

Примечание:

1 Пересчет показаний NO_x , (в пересчете на NO_2) для КПИ (объемная доля в млн⁻¹) в массовую концентрацию проводится умножением на коэффициент 2,05 (при 0 °С и 760 мм рт.ст.)

2 При получении результата измерений (C_d , мг/м³) с помощью МИ или КПИ в виде суммы оксидов азота NO_x (в пересчете на NO_2), необходимо провести расчет (C_i , мг/м³) с учетом измеренных системой значений массовой концентрации NO и NO_2 по формуле

$$C_{NOx} = C_{NO_2} + 1,53 \cdot C_{NO} \quad (10.3)$$

где C_{NO_2} и C_{NO} — измеренные значения массовой концентрации диоксида азота и оксида азота, мг/м³, соответственно.

10.2.2 Определение погрешности канала паров воды (газоанализатор в комплекте с пробоотборным зондом с обогреваемой линией) проводится на объекте с использованием реальной среды (проба газовых выбросов), в которой объемную долю паров воды измеряют в соответствии с МИ «М-МВИ-277-17».

Значения приведенной (относительной) погрешности для диапазонов измерений паров воды, в которых нормированы пределы допускаемой приведенной (относительной) погрешности (Таблица Г.1 Приложения Г), рассчитывают по формулам 10.1 и 10.2, где C_d – результат измерения объемной доли, %, полученный по МИ в аккредитованной лаборатории.

Результаты определения считают положительными, если полученные значения погрешности не превышают значений, приведенных таблице Г.1 приложения Г.

10.3 Определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц

10.3.1 Определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц проводят поэлементным методом на основании результатов поверки пылеизмерителя ЛПИ-05 по тестовому аэрозолю (по свидетельству о поверке и, при наличии, протоколу поверки).

Результаты определения считают положительными, если полученные значения относительной погрешности канала измерений твердых (взвешенных) частиц не превышают значений, приведенных в таблице Г.3 Приложения Г.

10.3.2 Определение погрешности канала с использованием комплекта светофильтров

Определение погрешности при периодической поверке проводят в соответствии с методикой поверки № МП 242-1116-2011 по спектральному коэффициенту направленного пропускания в следующей последовательности.

Устанавливают в гнездо блока излучателя светофильтр № 1 и фиксируют винтом в соответствии с руководством по эксплуатации.

Считывают показания дисплея прибора. Число измерений – не менее 3-х.

Выполняют указанную выше операцию, последовательно устанавливая в гнездо блока излучателя светофильтры № 2 и № 3.

При измерениях по спектральному коэффициенту направленного пропускания рассчитывают приведенную погрешность канала (γ , %), по формуле

$$\gamma = \frac{\bar{T}_u - T_n}{(T_s - T_n)} \cdot 100, \quad (10.4)$$

где T_n – значение светового коэффициента направленного пропускания светофильтра, указанное в свидетельстве о поверке, % T ;

\bar{T}_u – среднее арифметическое значение спектрального коэффициента направленного пропускания, % T .

T_s, T_n – верхнее и нижнее значения диапазона измерений, соответственно, % T .

Результаты определения считают положительными, если полученные значения приведенной погрешности канала по спектральному коэффициенту направленного пропускания не превышает ± 2 %.

Примечание: Допускается проведение периодической поверки поэлементным методом в соответствии с п.10.3.1 (при наличии действующего свидетельства о поверке на пылемер).

10.3.3 Определение погрешности канала передачи информации проводится в соответствии с п. 10.4.1 в).

Результаты определения считают положительными, если полученные значения погрешности канала передачи информации не превышают 0,2 долей от пределов допускаемой погрешности канала измерений.

10.4 Определение погрешности каналов температуры, давления и скорости

Определение погрешности каналов температуры, давления и скорости проводят поэлементным или комплектным методом с использованием эталонной системы для определения параметров газопылевого потока.

Поэлементная поверка проводится при наличии на первичные измерительные преобразователи, входящих в состав указанных каналов, действующих свидетельств о поверке (с демонтажом преобразователя).

При их отсутствии проводится поверка каждого канала в целом (комплектная поверка) на объекте (без демонтажа).

10.4.1 Поэлементный метод заключается в определении погрешности каналов параметров газового потока - температуры, давления, скорости, имеющим в своем составе первичный измерительный преобразователь (ПИП) с аналоговым выходным сигналом в следующем порядке:

- определение погрешности ПИП;
- определение погрешности канала передачи информации.

а) Определение основной погрешности первичных преобразователей (датчиков).

Определение погрешности первичных преобразователей (датчиков) выполняется в лабораторных условиях после их демонтажа в соответствии с утвержденными методиками поверки.

Определяют основную погрешность ПИП на основании результатов поверки ПИП (по свидетельству о поверке и, при наличии, протоколу поверки).

Результаты определения считаются удовлетворительными, если полученные значения основной погрешности датчиков не превышают значений, приведенных в описании типа на соответствующие датчики.

б) Определение погрешности канала передачи информации (ИВК).

Определение погрешности канала передачи информации (ИВК) проводят на месте их установки.

Входными сигналами ИВК комплекса являются унифицированные токовые сигналы стандартных преобразователей скорости (объемного расхода), давления, температуры в диапазоне от 4 до 20 мА.

На вход ИВК подают унифицированный токовый сигнал в диапазоне от 4 до 20 мА от источника постоянного тока (калибратор электрических сигналов). При поверке ИВК выполняют по одному измерению в каждой выбранной точке поверки.

Значения выходных величин выводят на экран монитора ПК системы.

в) Определение погрешности канала передачи информации (ИВК) проводят в следующей последовательности:

Отключают первичные преобразователи и подключают средства поверки к соответствующим каналам, включая линии связи.

С помощью калибратора устанавливают на входе канала ввода аналогового сигнала электрические сигналы (от 4 до 20 мА), соответствующие значениям измеряемого параметра. Задают не менее пяти (или трех) значений измеряемого параметра, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений (например, 0; 25; 50; 75 и 100 %) и через 10 секунд считывают значение параметра с экрана ПК комплекса с ПО.

Значение измеряемой величины (A_d), соответствующее заданному значению силы постоянного тока I_z , мА, рассчитывают по формуле:

$$A_d = K \cdot (I_z - 4) + |A_o| \quad (10.5)$$

где I_z – показания калибратора в каждой точке проверки, мА;

A_o – нижнее значение диапазона измерений (в единицах измеряемой величины);

K – коэффициент преобразования, рассчитываемый по формуле, единица измеряемой величины, мА.

$$K = \frac{A_o - A_n}{I_o - I_n} \quad (10.6)$$

где A_o, A_n – верхнее и нижнее значение диапазона измерений, соответственно, в единицах измеряемой величины.

I_o, I_n – верхнее и нижнее значение диапазона измерений аналогового выхода, соответственно, мА.

г) Расчет погрешности канала передачи информации

Значение приведенной погрешности канала передачи информации в γ_n в % рассчитывают для каждой точки проверки по формуле:

$$\gamma_n = \frac{A_i - A_d}{A_o - A_n} \cdot 100 \quad (10.7)$$

где A_i – измеренное системой значение определяемого параметра (по монитору компьютера с ПО), в единицах измеряемой величины;

A_o , A_n – верхнее и нижнее значение диапазона измерений, соответственно, в единицах измеряемой величины.

Значение относительной погрешности канала передачи информации в (δ_n в %) рассчитывают для каждой точки проверки по формуле

$$\delta_n = \frac{A_i - A_o}{A_o} \cdot 100 \quad (10.8)$$

где A_i – измеренное системой значение определяемого параметра (по монитору компьютера с ПО), в единицах измеряемой величины;

A_o – действительное значение определяемого параметра, рассчитанное по формуле 10.5, в единицах измеряемой величины.

Результаты определения считают положительными, если полученные значения погрешности канала передачи информации не превышают 0,2 долей от пределов допустимой погрешности канала измерений каждого параметра.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 В состав систем экологического мониторинга MS3550-M3 (далее – системы) входят следующие средства измерений утвержденного типа для измерений содержаний загрязняющих веществ и параметров газового потока:

– газоанализатор инфракрасный многокомпонентный MC3002 (изготовитель - ООО «МС сервис», г. Москва), зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под номером 82526-21, срок действия утвержденного типа до 09.08.2026 г;

– термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом Метран-270, Метран-270-Ех (изготовитель - АО «ПГ «Метран», г. Челябинск), зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под номером 21968-11, срок действия утвержденного типа до 09.07.2023 г;

– термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом Метран-2700, изготовитель - АО «ПГ «Метран», г. Челябинск, зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под номером 38548-13, срок действия утвержденного типа до 09.07.2023 г;

– преобразователи температуры Метран-280, Метран-280-Ех, изготовитель - АО «ПГ «Метран», г. Челябинск, зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под номером 23410-1313, срок действия утвержденного типа до 09.07.2023 г;

– датчик давления Метран-150 модели Метран-150 ТГ, изготовитель - АО «ПГ «Метран», г. Челябинск, зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под номером 32854-13, срок действия утвержденного типа до 11.11.2023 г;

– пылеизмеритель лазерный ЛПИ-05, изготовитель - ООО НТЦ «ПРОМПРИБОР», г. Санкт-Петербург, зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под номером 47934-11. срок действия утвержденного типа до 18.08.2026 г;

– расходомер-счетчик ультразвуковой ВЗЛЕТ РГ, изготовитель - АО «Взлет», г. Санкт-Петербург, зарегистрирован в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений под номером 80169-20. срок действия утвержденного типа до 18.08.2026 г

Измерительные каналы системы признают соответствующими метрологическим требованиям, указанным в описании типа, если результаты проверок по п.п. 10.1 и 10.2 положительные, а результаты проверок по п.п. 10.3 и 10.4 соответствуют требованиям описания типа устройств, входящих в состав системы MS3550-M3.

12 Оформление результатов поверки

12.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки. Форма протокола поверки приведена в Приложении Е (рекомендуемом).

12.2 Системы, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению, вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по требованию владельца выдают свидетельство о поверке установленной формы.

12.3 При отрицательных результатах поверки вносят результаты поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, по требованию владельца выдают извещение о непригодности установленной формы, с указанием причин непригодности.

12.4 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

Таблица А.1 – Условия определения МХ измерительных газоаналитических каналов и канала паров воды системы MS3550-M3 (в комплекте с пробоотборным зондом и обогреваемой линией)

Наименование измерительного канала	Условия	Место проведения поверки	Температура окружающей среды, °С
Газовые каналы	Поверка с использованием ГСО ¹⁾	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Периодическая поверка с использованием реальной среды, без демонтажа	На объекте	от +5 до +35
Канал измерений паров воды	Поверка в составе АИС с использованием реальной среды, без демонтажа	На объекте	от +5 до +35
Канал твердых (взвешенных) частиц	Первичная и периодическая поверка с использованием - тестового аэрозоля	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	- комплекта светофильтров	На объекте (в лабораторных условиях)	от +15 до +25
Канал измерений параметров (температура, давление, скорость газового потока)	Поверка первичных преобразователей (датчиков) с демонтажом	В лабораторных условиях	от +15 до +25
	Проверка каналов передачи информации, без демонтажа	На объекте	от +5 до +35
¹⁾ Допускается проведение поверки на объекте при условии выполнения требований раздела 3 МП.			

Таблица Б.1 Перечень и метрологические характеристики ГС, используемых при поверке

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазоны измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Номинальное значение массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%) в ПГС, пределы допускаемого отклонения			Источник получения ПГС (Номер ГСО ²⁾)	
		ПГС №1 ¹⁾	ПГС №2	ПГС №3 ³⁾		
Оксид углерода (СО)	от 0 до 75	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	35 ±3	70 ±4	ГСО 10531-2014 СО/Ν ₂	
	от 0 до 75 включ. св. 75 до 500	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	75 ±4	450 ±30	ГСО 10531-2014 СО/Ν ₂	
	от 0 до 100 включ. св. 100 до 1000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	100 ±5	950 ±50	ГСО 10531-2014 СО/Ν ₂	
	от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 5000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1000 ±50	4700 ±200	ГСО 10531-2014 СО/Ν ₂	
	от 0 до 10000 включ. св. 10000 до 60000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	10000 ±500	57000 ±3000	ГСО 10531-2014 СО/Ν ₂	
	Диоксид серы (SO ₂)	от 0 до 75	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
			-	35 ±3	70 ±4	ГСО 10546-2014 SO ₂ /Ν ₂
от 0 до 75 включ. св. 75 до 500		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	75 ±4	450 ±30	ГСО 10546-2014 SO ₂ /Ν ₂	
от 0 до 100 включ. св. 100 до 1000		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	100 ±5	950 ±50	ГСО 10546-2014 SO ₂ /Ν ₂	
от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 5000		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1000 ±50	4700 ±200	ГСО 10546-2014 SO ₂ /Ν ₂	
от 0 до 2000 включ. св. 2000 до 10000		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	2000 ±100	9000 ±500	ГСО 10546-2014 SO ₂ /Ν ₂	
от 0 до 1,0 включ. (%) св. 1,0 до 10 (%)		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1,00 ±0,05 (%)	9,5 ±0,3 (%)	ГСО 10546-2014 SO ₂ /Ν ₂	
от 0 до 10 включ. (%) св. 10 до 20 (%)	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74		
	-	10,0 ±0,5 (%)	18 ±1 (%)	ГСО 10546-2014 SO ₂ /Ν ₂		
Оксид азота NO	от 0 до 50	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	25 ±2	45 ±3	ГСО 10546-2014 NO/Ν ₂	
	от 0 до 50 включ. св. 50 до 200	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
-		50 ±3	180 ±10	ГСО 10546-2014 NO/Ν ₂		

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазоны измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Номинальное значение массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%) в ПГС, пределы допускаемого отклонения			Источник получения ПГС (Номер ГСО ²⁾)	
		ПГС №1 ¹⁾	ПГС №2	ПГС №3 ³⁾		
Оксид азота NO	от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 7000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1000 ±50	6700 ±300	ГСО 10546-2014 NO/N ₂	
	от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 10000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1000 ±100	9000 ±500	ГСО 10546-2014 NO/N ₂	
Аммиак (NH ₃)	от 0 до 30	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	15 ±1	27 ±2	ГСО 10546-2014 NH ₃ /N ₂	
	от 0 до 50 включ. св. 50 до 200	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	50 ±3	180 ±10	ГСО 10546-2014 NH ₃ /N ₂	
	от 0 до 100 включ. св. 100 до 500	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	100 ±5	450 ±30	ГСО 10546-2014 NH ₃ /N ₂	
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 50	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	25 ±2	45 ±3	ГСО 10546-2014 NO ₂ /N ₂	
	от 0 до 50 включ. св. 50 до 200	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	50 ±3	180 ±10	ГСО 10546-2014 NO ₂ /N ₂	
	от 0 до 100 включ. св. 100 до 1000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	100 ±5	950 ±50	ГСО 10546-2014 NO ₂ /N ₂	
	от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 5000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1000 ±50	4700 ±200	ГСО 10546-2014 NO ₂ /N ₂	
	от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 10000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1000 ±50	9700 ±300	ГСО 10546-2014 NO ₂ /N ₂	
	Закись азота (N ₂ O)	от 0 до 50	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
			-	25 ±2	45 ±3	ГСО 10531-2014 N ₂ O/N ₂
от 0 до 50 включ. св. 50 до 200		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	50 ±3	180 ±10	ГСО 10531-2014 N ₂ O/N ₂	
от 0 до 100 включ. св. 100 до 1000		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	100 ±5	950 ±50	ГСО 10531-2014 N ₂ O/N ₂	
от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 5000		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1000 ±50	4700 ±200	ГСО 10531-2014 N ₂ O/N ₂	
от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 10000		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74	
		-	1000 ±50	9700 ±300	ГСО 10531-2014 N ₂ O/N ₂	

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазоны измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Номинальное значение массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%) в ПГС, пределы допускаемого отклонения			Источник получения ПГС (Номер ГСО ²⁾)
		ПГС №1 ¹⁾	ПГС №2	ПГС №3 ³⁾	
Метан (СН ₄)	от 0 до 50 включ. св. 50 до 200	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	50 ±3	180 ±10	ГСО 10540-2014 СН ₄ /N ₂
	от 0 до 100 включ. св. 100 до 1000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	100 ±5	950 ±50	ГСО 10540-2014 СН ₄ /N ₂
	от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 5000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	1000 ±50	4700 ±200	ГСО 10540-2014 СН ₄ /N ₂
Фтористый водород (HF)	от 0 до 20 включ. св. 20 до 50	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	19 ±1	45 ±3	ГСО 10546-2014 HF/N ₂
	от 0 до 20 включ. св. 20 до 100	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	20 ±1	95 ±3	ГСО 10546-2014 HF/N ₂
	от 0 до 100 включ. св. 100 до 500	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	100 ±5	450 ±20	ГСО 10546-2014 HF/N ₂
	от 0 до 100 включ. св. 100 до 1000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	100 ±5	950 ±30	ГСО 10546-2014 HF/N ₂
Хлористый водород (HCl)	от 0 до 20 включ. св. 20 до 50	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	19 ±1	45 ±3	ГСО 10546-2014 HCl/N ₂
	от 0 до 20 включ. св. 20 до 100	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	20 ±1	95 ±3	ГСО 10546-2014 HCl/N ₂
	от 0 до 100 включ. св. 100 до 500	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	100 ±5	450 ±20	ГСО 10546-2014 HCl/N ₂
	от 0 до 200 включ. св. 200 до 1600	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	200 ±10	1500 ±100	ГСО 10546-2014 HCl/N ₂
Сумма углеводородов (в пересчете на пропан или гексан)	от 0 до 50 включ. св. 50 до 200	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	50 ±3	180 ±10	ГСО 10540-2014 C ₃ H ₈ /N ₂ или C ₆ H ₁₄ /N ₂
	от 0 до 100 включ. св. 100 до 1000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	100 ±5	950 ±30	ГСО 10540-2014 C ₃ H ₈ /N ₂ или C ₆ H ₁₄ /N ₂
	от 0 до 1000 включ. св. 1000 до 5000	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	1000 ±50	4700 ±200	ГСО 10540-2014 C ₃ H ₈ /N ₂ или C ₆ H ₁₄ /N ₂
Диоксид углерода (CO ₂)	от 0 до 5 включ. (%) св. 5 до 20 (%)	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	5,0 ±0,3 (%)	18 ±1 (%)	ГСО 10531-2014 CO ₂ /N ₂

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазоны измерений массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%)	Номинальное значение массовой концентрации (объемной доли), мг/м ³ (%) в ПГС, пределы допускаемого отклонения			Источник получения ПГС (Номер ГСО ²⁾)
		ПГС №1 ¹⁾	ПГС №2	ПГС №3 ³⁾	
		0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
Диоксид углерода (CO ₂)	от 0 до 20 включ. (%) св. 20 до 50 (%)	-	20 ±1 (%)	45 ±3 (%)	ГСО 10531-2014 CO ₂ /N ₂
Кислород (O ₂)	от 0 до 5 включ. (%) св. 5 до 25 (%)	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	5,0 ±0,3 (%)	23 ±1 (%)	ГСО 10531-2014 O ₂ /N ₂
Пары воды (H ₂ O)	от 0 до 10 включ. (%) св. 10 до 40 (%)	0,0	-	-	ГОСТ 9293-74
		-	10 ±0,5 (%)	38 ±1 (%)	МИ «М-МВИ-277-17» или 2.1.ZZB.0267.2018

¹⁾ Нулевой газ— азот газообразный по ГОСТ 9293-74 (для всех компонентов, в т.ч. и для кислорода).

²⁾ Допускается использование стандартных образцов состава газовых смесей (ГС), в т.ч. многокомпонентных, 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 в таблице;
- точностные характеристики ГС должны обеспечивать определение метрологических характеристик газоаналитических каналов поверяемой системы с требуемой точностью (ГСО не ниже 1-го разряда).

Отношение погрешности, с которой устанавливается содержание компонента в ГС к пределу допускаемой погрешности поверяемого канала, должно быть не более 1/2).

Информация о стандартных образцах состава газовых смесей утвержденного типа доступна на сайте Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений

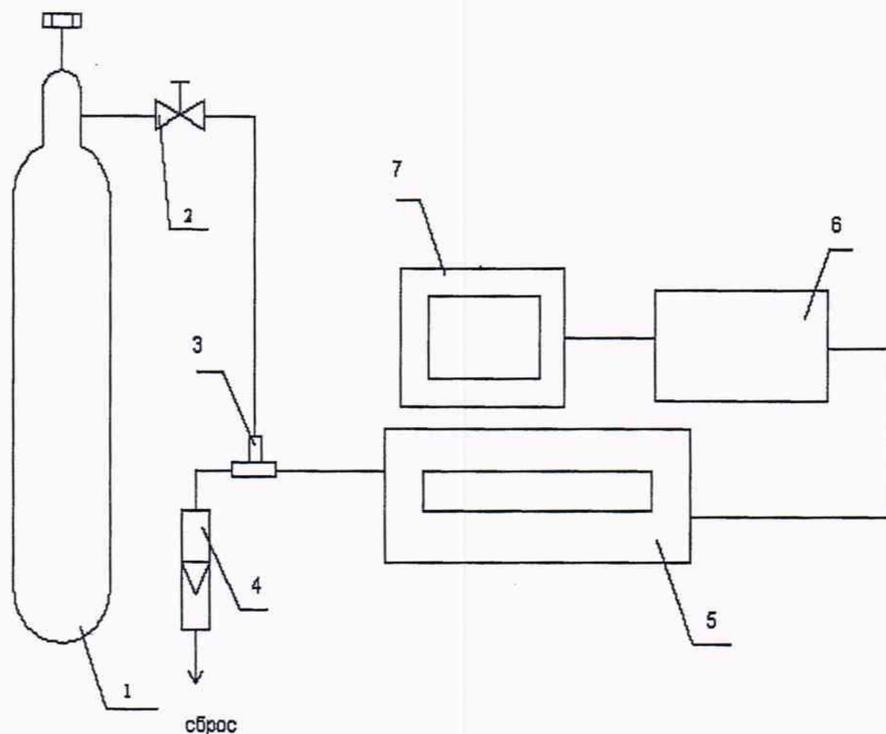
³⁾ Пересчет значений объемной доли X в млн⁻¹ в массовую концентрацию C , мг/м³, проводят по формуле: $C = X \cdot M / V_m$

где M - молярная масса компонента, г/моль,

V_m - молярный объем газа-разбавителя - азота или воздуха, равный 22,4, при условиях 0 °С и 101,3 кПа (в соответствии с РД 52.04.186-89), дм³/моль.

⁴⁾ Номинальное значение массовой концентрации (объемной доли) ПГС № 3 должно составлять 95±5 % от верхнего значения 2-го диапазона измерений в случае, когда это значение отличается от номинального.

Структурная схема проверки герметичности и погрешности газоаналитических ИК (через
пробоотборный зонд) для системы MS3550-M3



- 1 – баллон с ГС; 2 – вентиль точной регулировки; 3 - тройник; 4 – индикатор расхода (ротаметр);
5 – газоанализатор с устройством отбора и подготовки пробы; 6 – контроллер;
7 – ПК автоматизированного рабочего места.

Рисунок В.1 – схема подачи ПГС из баллонов под давлением на вход системы

Т а б л и ц а Г.1 – Метрологические характеристики газоаналитических измерительных каналов (с устройством отбора и подготовки пробы) в условиях эксплуатации

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазон показаний		Диапазон измерений ¹⁾		Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾	
	массовой концентрации, мг/м ³	объемной доли, %	массовой концентрации, мг/м ³	объемной доли, %	приведенной ³⁾ , γ, %	относительной, δ, %
Оксид углерода (СО)	от 0 до 75	-	от 0 до 75	-	±8	-
	от 0 до 500	-	от 0 до 75 включ.	-	±8	-
			св. 75 до 500	-	-	±8
	от 0 до 1000	-	от 0 до 100 включ.	-	±8	-
			св. 100 до 1000	-	-	±8
	от 0 до 5000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±8	-
св. 1000 до 5000			-	-	±8	
от 0 до 60000	-	от 0 до 10000	-	±8	-	
		св. 10000 до 60000 ⁴⁾	-	-	±8	
Диоксид серы (SO ₂)	от 0 до 75	-	от 0 до 75	-	±16	-
	от 0 до 500	-	от 0 до 75 включ.	-	±16	-
			св. 75 до 500	-	-	±16
	от 0 до 1000	-	от 0 до 100 включ.	-	±13	-
			св. 100 до 1000	-	-	±13
	от 0 до 5000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±10	-
			св. 1000 до 5000	-	-	±10
	от 0 до 10000	-	от 0 до 2000 включ.	-	±8	-
			св. 2000 до 10000	-	-	±8
	-	от 0 до 1,0		0 до 0,5 включ.	±8	-
				св. 0,5 до 1,0	-	±8
	-	от 0 до 10		от 0 до 1,0 включ.	±7	-
св. 1,0 до 10				-	±7	
-	от 0 до 40		от 0 до 10 включ.	±5	-	
			св. 10 до 20	-	±5	
Оксид азота (NO)	от 0 до 50	-	от 0 до 50	-	±16	-
	от 0 до 200	-	от 0 до 50 включ.	-	±16	-
			св. 50 до 200	-	-	±16
	от 0 до 1000	-	от 0 до 100 включ.	-	±13	-
			св. 100 до 1000	-	-	±13
	от 0 до 7000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±10	-
св. 1000 до 7000			-	-	±10	
от 0 до 10000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±10	-	
		св. 1000 до 10000	-	-	±10	

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазон показаний		Диапазон измерений ¹⁾		Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾	
	массовой концентрации, мг/м ³	объемной доли, %	массовой концентрации, мг/м ³	объемной доли, %	приведенной ³⁾ , γ, %	относительной, δ, %
Аммиак (NH ₃)	от 0 до 30	-	от 0 до 30	-	±24	-
	от 0 до 200	-	от 0 до 50 включ.	-	±16	-
			св.50 до 200	-	-	±16
	от 0 до 500	-	от 0 до 100 включ.	-	±13	-
св.100 до 500			-	-	±13	
Диоксид азота (NO ₂)	от 0 до 50	-	от 0 до 50 включ.	-	±16	-
	от 0 до 200	-	от 0 до 50 включ.	-	±16	-
			св. 50 до 200	-	-	±16
	от 0 до 1000	-	от 0 до 100 включ.	-	±13	-
			св. 100 до 1000	-	-	±13
	от 0 до 5000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±10	-
св. 1000 до 5000			-	-	±10	
от 0 до 10000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±10	-	
		св. 1000 до 10000	-	-	±10	
Закись азота (N ₂ O)	от 0 до 50	-	от 0 до 50	-	±13	-
	от 0 до 200	-	от 0 до 50 включ.	-	±13	-
			св.50 до 200	-	-	±13
	от 0 до 1000	-	от 0 до 100 включ.	-	±10	-
			св. 100 до 1000	-	-	±10
	от 0 до 5000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±8	-
св. 1000 до 5000			-	-	±8	
от 0 до 10000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±13	-	
		св. 1000 до 10000	-	-	±13	
Метан (CH ₄)	от 0 до 200	-	от 0 до 50 включ.	-	±13	-
			св.50 до 200	-	-	±13
	от 0 до 1000	-	от 0 до 100 включ.	-	±10	-
			св. 100 до 1000	-	-	±10
от 0 до 5000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±8	-	
		св. 1000 до 5000	-	-	±8	
Фтористый водород (HF)	от 0 до 50	-	от 0 до 10 включ.	-	±24	-
			св. 10 до 50	-	-	±24
	от 0 до 100	-	от 0 до 20 включ.	-	±24	-
			св. 20 до 100	-	-	±24
	от 0 до 500	-	от 0 до 100 включ.	-	±16	-
			св. 100 до 500	-	-	±16
от 0 до 1000	-	от 0 до 100 включ.	-	±16	-	
		св. 100 до 1000	-	-	±16	
Хлористый водород (HCl)	от 0 до 50	-	от 0 до 10 включ.	-	±24	-
			св. 10 до 50	-	-	±24
	от 0 до 100	-	от 0 до 20 включ.	-	±24	-
			св. 20 до 100	-	-	±24
от 0 до 500	-	от 0 до 100 включ.	-	±16	-	
		св. 100 до 500	-	-	±16	

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазон показаний		Диапазон измерений ¹⁾		Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾	
	массовой концентрации, мг/м ³	объемной доли, %	массовой концентрации, мг/м ³	объемной доли, %	приведенной ³⁾ , γ, %	относительной, δ, %
	от 0 до 1600	-	от 0 до 200 включ.	-	±16	-
			св. 200 до 1600	-	-	±16
Сумма углеводородов (в пересчете на пропан или гексан)	от 0 до 200	-	от 0 до 50 включ.	-	±13	-
			св. 50 до 200	-	-	±13
	от 0 до 1000	-	от 0 до 100 включ.	-	±10	-
			св. 100 до 1000	-	-	±10
	от 0 до 5000	-	от 0 до 1000 включ.	-	±8	-
			св. 1000 до 5000	-	-	±8
Диоксид углерода (CO ₂)	-	от 0 до 20	-	от 0 до 5 включ.	±8	-
			-	св. 5 до 20	-	±8
		от 0 до 50	-	от 0 до 20 включ.	±8	-
			-	св. 20 до 50	-	±8
Кислород (O ₂)	-	от 0 до 25	-	от 0 до 5 включ.	±8	-
			-	св. 5 до 25	-	±8
Пары воды (H ₂ O)	-	от 0 до 40	-	от 0 до 10 включ.	±16	-
			-	св. 10 до 40 включ.	-	±16

¹⁾ Определяемые компоненты и диапазоны измерений определяются при заказе и указываются в паспорте на систему.

Допускается поставка систем с диапазонами измерений с верхней границей диапазона измерений C_v , не указанной в таблице (не менее минимальной и не более максимальной). Пределы допускаемой относительной погрешности для таких диапазонов нормируются в соответствии с таблицей для ближайшего большего диапазона, указанного в таблице, в который входит C_v .

²⁾ В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 1847 от 16.11.2020.

³⁾ Нормирующее значение - верхний предел диапазона измерений.

⁴⁾ Измерение массовой концентрации оксида углерода (CO) свыше 10000 мг/м³ возможно для сред с объемной долей паров воды не более 25 %.

⁵⁾ Номинальная цена единицы наименьшего разряда измерительных каналов:

0,1 мг/м³ - для всех компонентов (кроме O₂, H₂O и CO₂);

0,01 % об. - для O₂, CO₂;

0,1 % об. для H₂O.

Т а б л и ц а Г.2 – Метрологические характеристики газоаналитических каналов системы

Наименование характеристики	Значение
Предел допускаемой вариации показаний, в долях от предела допускаемой погрешности	0,5
Пределы допускаемого изменения выходного сигнала за 24 ч непрерывной работы, в долях от пределов допускаемой погрешности	±0,5
Предел допускаемого времени установления выходного сигнала ($T_{0,9}$), с	60

Таблица Г.3 – Метрологические характеристики измерительных каналов параметров газового потока в условиях эксплуатации

Наименования средства измерений	Измерительный канал (определяемая характеристика или параметр)	Единица измерений	Диапазон измерений ¹⁾	Пределы допускаемой погрешности в условиях эксплуатации ²⁾
Расходомер «ВЗЛЕТ РГ»	Скорость газового потока	м/с	от 0,5 до 40	±4 % (отн.)
	Объемный расход ⁴⁾	м ³ /ч	от $S_{\min} \cdot V_{\min}$ до $S_{\max} \cdot V_{\max}$ ⁵⁾	±3 % (прив.) ³⁾
Метран-150 (мод. 150ТА, 150ТАR)	Абсолютное давление	кПа	от 0 до 200	± 1,0 кПа (абс.)
Метран-150 (мод. 50СГ, 150СГR ⁷⁾ , 150ТГ, 150ТГR ⁷⁾)	Избыточное давление ⁶⁾	кПа	от 0 до 100	± 1,0 кПа (абс.)
Метран-270, Метран-270-Ех; Метран-2700; Метран-280, Метран-280-Ех	Температура газовой пробы	°С	от +20 до +450	±3 °С (абс.)
Пылеизмеритель лазерный ЛПИ-05 ⁸⁾	Массовая концентрация твердых (взвешенных) частиц	мг/м ³	от 20 до 10000	±20 % (отн.)

¹⁾ Конкретные диапазоны измерений определяются при заказе и указываются в паспорте на систему, но не более указанных в таблице.

²⁾ В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 1847 от 16.11.2020.

³⁾ Нормирующее значение - верхний предел диапазона измерений.

⁴⁾ Расчетное значение.

⁵⁾ V - скорость газового потока, м/с

S_{\min} и S_{\max} - наименьшая и наибольшая площадь сечения газотока, соответственно, м²;

V_{\min} до V_{\max} - наименьшая и наибольшая скорость газового потока, соответственно, м/с.

⁶⁾ В пересчете на абсолютное давление.

⁷⁾ Для атмосферного давления 101,3 кПа.

⁸⁾ При условии градуировки анализатора пыли, установленного на объекте, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9096 «Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации твердых частиц ручным гравиметрическим методом».

⁹⁾ Погрешность канала передачи информации не превышает 0,2 в долях от пределов допускаемой погрешности измерительных каналов системы.

Определение поправочного коэффициента на объекте (на реальной среде) для канала твердых (взвешенных) частиц

После определения МХ ИК взвешенных частиц по тестовым аэрозолям в лабораторных условиях, и установки на объекте (на стационарном источнике загрязнения окружающей среды), проводится определение поправочного коэффициента (K_n) с учетом значений массовой концентрации, полученных с применением оборудования и согласно процедурам, рекомендованным в ГОСТ Р ИСО 9096 «Выбросы стационарных источников. Определение массовой концентрации твердых частиц ручным гравиметрическим методом» (далее - МИ) .

Примечание: Допускается применение других стандартизованных методов, оформленных в виде ГОСТ или аттестованных МИ, или средств поверки, внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, имеющих запас по точности и действующее свидетельство о поверке.

Работы по определению поправочного коэффициента осуществляются в соответствии с требованиями эксплуатационной документации (ЭД) на систему при проведении поверки. Рекомендуемые настройки поверяемого анализатора при определении поправочного коэффициента приведены в ЭД.

Указанный коэффициент определяют при стабильных условиях технологического процесса по показаниям анализатора пыли с одновременным отбором проб и измерением массовой концентрации пыли гравиметрическим методом и вводят в программное обеспечение (ПО) ИК взвешенных частиц при поверке и при изменении режимов работы объекта (замена топлива и т.д.).

Количество измерений и место отбора проб выбирают согласно рекомендациям МИ. Место отбора проб выбирают таким образом, чтобы свести к минимуму влияние отбора пробы на показания поверяемого анализатора.

Время отбора пробы на фильтр – в соответствии с МИ. Отсчет показаний анализатора - каждые 5 мин в течение времени отбора пробы.

Значение K_{ni} для рассчитывают по формуле

$$K_n = \frac{C}{\bar{A}}, \quad (1)$$

где C – значение массовой концентрации пыли, определенной гравиметрическим методом, мг/м³;

\bar{A} - среднее арифметическое значение показаний анализатора пыли за время отбора пробы на фильтр, мг/м³;

Полученное значение K_n вводится в программное обеспечение (ПО) анализатора или ИК пыли в соответствии с ЭД. Значение K_n указывается в свидетельстве о поверке на систему.

Протокол поверки

Наименование СИ: _____

Зав. № _____

Дата выпуска _____

Регистрационный номер: _____

Заказчик: _____

Серия и номер клейма предыдущей поверки: _____

Дата предыдущей поверки: _____

Методика поверки: _____

Основные средства поверки: _____

Условия поверки:

температура окружающей среды	°С
относительная влажность воздуха	%
атмосферное давление	кПа

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1 Результаты внешнего осмотра _____

2 Результаты опробования

2.1 Проверка общего функционирования _____

2.2. Подтверждение соответствия программного обеспечения _____

2.3 Проверка герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией _____

3 Результаты определение метрологических характеристик

3.1 Результаты определения основной погрешности (по ГСО) _____

3.2 Результаты определения погрешности газоаналитических каналов и канала измерений паров воды (по реальной среде) _____

3.3 Результаты определение погрешности канала твердых (взвешенных) частиц _____

3.3 Результаты определение погрешности каналов температуры, давления, скорости _____

Заключение: на основании результатов первичной (или периодической) поверки система признана соответствующей установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодна к применению.

Поверитель: _____

Дата поверки: _____