

СОГЛАСОВАНО

СОГЛАСОВАНО

В части измерительных каналов массовой концентрации оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, взвешенных частиц (пыли), объемной доли кислорода

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

С.А. Денисенко



11 2025 г.

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин



11 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Система автоматического контроля выбросов (САКВ) Качканарского ГОК
Методика поверки

РТ-МП-567-201/2-2025

Москва
2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок системы автоматического контроля выбросов (САКВ) Качканарского ГОК (далее - система).

1.2 Система предназначена для измерений массовой концентрации оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, взвешенных частиц (пыли), объемной доли кислорода, параметров газопылевого потока отходящих дымовых газов (температуры, абсолютного давления, скорости).

1.3 Система состоит из совокупности измерительных каналов (ИК), которые выполняют функцию от восприятия измеряемой величины до получения результата измерений технологического параметра в единицах измерения физического параметра. ИК системы состоят из первичных измерительных преобразователей (ПИП), осуществляющих измерения физических величин и преобразование измерительной информации в аналоговые сигналы с последующей передачей на следующий уровень, и вторичной части ИК (ВИК), осуществляющей аналого-цифровое преобразование сигналов, сбор, обработку, хранение и передачу измерительной информации в стороннее оборудование. Первичная и вторичная части соединяются проводными линиями связи (далее – ЛС).

1.4 В состав системы входят следующие типы средств измерений:

- преобразователи температуры Метран-280, Метран-280-Ex, модели Метран-286, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ) 23410-13;

- датчики давления Метран-150, модель Метран-150TAR, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 32854-13;

- расходомеры-счетчики ультразвуковые ВЗЛЕТ РГ, исполнение УРГ-820-250, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 80169-20;

- пылеизмерители лазерные ЛПИ-05, модель ЛПИ-05.1.1, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 92553-24;

- газоанализаторы LONHOT, модель LONOXT3000, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 89079-23;

- газоанализаторы модели S - ANALYZER 200, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 78726-20;

- контроллеры программируемые логические REGUL RX00, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 63776-16.

1.5 Метрологические характеристики (далее – МХ) и основные технические характеристики системы приведены в приложении А.

1.6 При поверке системы принимают решение о годности каждого отдельного ИК.

1.6.1 Проверка ИК массовой концентрации оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, объемной доли кислорода проводится стандартными образцами состава газовых смесей – поверочных газовых смесей (далее – ГСО) методом прямых измерений массовых концентраций, объемных долей компонентов, воспроизводимых ГСО; на реальной среде методом сравнения показаний газоанализаторов с показаниями эталона. При этом обеспечивается прослеживаемость к ГЭТ 154-2019 «Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.12.2020 № 2315 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах».

1.6.2 Проверка остальных ИК системы проводится покомпонентным методом.

ИК признают годным, если:

- ПИП поверен на момент проведения поверки системы (обеспечена прослеживаемость к государственным первичным эталонам единиц величин: ГЭТ 34-2020

«Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.11.2024 № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», ГЭТ 101-2011 «Государственный первичный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^7$ Па», ГЭТ 164-2016 «Государственный первичный специальный эталон единицы массовой концентрации частиц в аэродисперсных средах» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2021 № 3105 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов», ГЭТ 150-2012 «Государственный первичный специальный эталон единицы скорости воздушного потока» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25.11.2019 № 2815 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений скорости воздушного потока»);

- погрешность ВИК не превышает допускаемых значений;
- погрешность ИК не превышает допускаемых значений.

1.7 Допускается проведение поверки отдельных ИК системы в соответствии с письменным заявлением владельца с обязательным занесением информации об объёме проведённой поверки в ФИФ ОЕИ.

1.8 Измерительные компоненты систем поверяют в соответствии с установленными методиками поверки с межпроверочным интервалом, установленным при утверждении типа соответствующих средств измерений, регистрационные номера измерительных компонентов систем в ФИФ ОЕИ приведены в п. 1.4 настоящей методики. Если очередной срок поверки измерительного компонента наступает до очередного срока поверки системы, поверяют только этот компонент и поверку системы не проводят.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перечень операций, которые должны проводиться при поверке, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Раздел настоящей методики	Обязательность проведения операции при поверке	
		первой	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке средства измерений	8.1	Да	Да
Контроль условий поверки	8.2	Да	Да
Опробование средства измерений	8.3	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

3.1 При проведении поверки условия окружающей ПИП и ВИК среды должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице А.2 приложения А, а параметры питания должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице А.3 приложения А.

3.2 Климатические условия или иные влияющие факторы на момент поверки должны соответствовать требованиям правил содержания и применения эталонов, используемых для поверки, и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных технических средств.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на систему и на используемые при поверке средства измерений, настоящую методику поверки и прошедшие необходимый инструктаж.

4.2 Для осуществления подключения, отключения оборудования, а также получения результатов измерений, необходимых для поверки, допускается участие в поверке специалиста, обслуживающего (эксплуатирующего) систему (под контролем поверителя).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.2 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -50°C до $+55^{\circ}\text{C}$ с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 5 % до 98 % с погрешностью не более $\pm 3\%$. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа. Средства измерений переменного электрического напряжения в диапазоне от 360 до 440 В, с абсолютной погрешностью не более $\pm 1,0$ В. Средства измерений частоты в диапазоне от 49 до 51 Гц, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,001$ Гц.	Термометр лабораторный электронный LTA, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 69551-17. Измеритель-регистратор параметров микроклимата ТКА-ПКЛ, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 76454-19. Вольтметр универсальный В7-78/1, регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 52147-12.

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Эталон силы постоянного электрического тока в диапазоне от 4 до 20 мА (измерение и воспроизведение), соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018.</p> <p>Эталон (газоанализатор) не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 2315 от 31.12.2020.</p> <p>Эталон (генератор газовых смесей) не ниже 1 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 2315 от 31.12.2020.</p> <p>ГСО не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 2315 от 31.12.2020.</p>	<p>Калибратор многофункциональный BEAMEX MC6 (-R) (далее – калибратор) регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 52489-13.</p> <p>Государственный рабочий эталон 1 разряда единицы массовой концентрации компонентов в диапазоне значений от 10 до 8600 мг/м³ и единицы объемной доли компонентов в диапазоне значений от 1 % до 30 % (далее – рабочий эталон 1 разряда), регистрационный № 3.1.ZZB.0475.2025</p> <p>Генераторы газовых смесей ГГС мод. ГГС-Р, ГГС-Т, ГГС-К, ГГС-03-03 регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 62151-15</p> <p>ГСО согласно методикам поверки на газоанализаторы LONHOT, модель LONOXT3000 (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 89079-23) и модели S - ANALYZER 200 (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 78726-20)</p>

5.2 Допускается использовать иные средства поверки, соответствующие требованиям таблицы 2.

5.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и

иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Эталоны единиц величин должны быть аттестованы в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, предусмотренные:

- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- нормативными документами в области безопасности при эксплуатации электроустановок;
- принятыми к использованию в организации-владельце нормативными документами в области обеспечения безопасности;
- эксплуатационной документацией на систему, её компоненты, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие маркировки и комплектности системы, а также ее составных частей (в т.ч. соответствие типов и заводских номеров фактически используемых измерительных компонентов) требованиям эксплуатационной документации;
- наличие в ФИФ ОЕИ действительных на момент поверки системы сведений о поверке ПИП;
- отсутствие дефектов и механических повреждений, влияющих на работоспособность системы;
- исправность всех органов управления, настройки и передачи информации.

7.2 Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются все требования п.7.1. В противном случае система не подвергается дальнейшим операциям поверки до устранения замечаний.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки на месте эксплуатации средства измерений выполняют следующие подготовительные работы:

- проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности проведения поверочных работ;
- проводят организационно-технические мероприятия по доступу поверителей к месту установки системы;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них;

– система и средства поверки должны быть выдержаны при температуре поверки в течение не менее 24 ч.

8.2 Проводят измерения условий окружающей измерительные компоненты среды. Стабильность условий на период проведения экспериментального определения погрешности ВИК контролируют. Если измеренные условия окружающей среды не соответствуют требованиям, приведенным в п. 3.1 настоящей методики, то поверку не проводят до установления требуемых условий.

8.3 Проводят опробование в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на систему.

8.4 Проводят проверку герметичности пробоотборного зонда с обогреваемой линией

Для проверки герметичности газовых коммуникаций системы с использованием ГСО подсоединяют фторопластовую трубку с выхода вентиля точной регулировки или баллонного редуктора, установленного на баллоне с ГСО, через тройник на вход подачи газа системы пробоотбора.

Расход ГСО должен быть выше расхода, потребляемого системой.

Проверка осуществляется путём подачи поочередно двух газовых смесей непосредственно на вход газоанализатора и на вход системы пробоотбора: нулевого газа (азот газообразный в баллоне под давлением по ГОСТ 9293 – 74 (ИСО 2435 – 73) «Азот газообразный и жидкий. Технические условия» и ГСО O₂/N₂.

Результаты проверки считают положительными, если отклонение показаний газоанализатора от значения содержания кислорода, приведенного в паспорте на ГСО и в ГОСТ 9293 – 74, не превышает значения погрешности измерений кислорода O₂, нормированного в приложении А.

8.5 Результаты опробования считают положительными, если для проверяемых ИК на автоматизированном рабочем месте (АРМ) оператора отображаются результаты измерений и отсутствуют сообщения об ошибках, а проверка герметичности прошла с положительным результатом.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 На видеокадре отображается текущая версия установленного программного обеспечения (далее – ПО). Для получения права доступа к ПО необходимо использовать соответствующие уровню доступа пароли.

9.2 Проверяют соответствие идентификационных данных ПО данным, приведённым в описании типа. Результаты проверки считают положительными при совпадении идентификационных данных ПО с описанием типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение метрологических характеристик измерительных каналов массовой концентрации взвешенных частиц (пыли).

10.1.1 Проверяют сведения о поверке ПИП, содержащиеся в ФИФ ОЕИ.

Результаты проверки считают положительными, если ПИП поверен на момент проведения поверки системы.

10.1.2 Определение погрешности ВИК проводят в изложенной ниже последовательности:

- отсоединяют ЛС от ПИП, подключают калибратор в установленном режиме имитации силы постоянного электрического тока к входу ВИК через ЛС;
- выбирают 5 проверяемых точек $C_{\text{вх},i}$, равномерно распределенных по диапазону показаний (5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 %);
- на вход ВИК подают от калибратора значение сигнала $I_{\text{вх},i}$, мА, рассчитываемое по формуле:

$$I_{\text{вх},i} = \left(\frac{(C_{\text{вх},i} - C_{\text{мин}}) \cdot (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}})}{C_{\text{макс}} - C_{\text{мин}}} \right) + I_{\text{мин}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{макс}}$ и $C_{\text{мин}}$ - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона показаний массовой концентрации и объемной доли веществ;
 $I_{\text{макс}}$ и $I_{\text{мин}}$ - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона сигнала на входе проверяемого ВИК;

- считывают результат измерений $C_{\text{изм},i}$, мг/м³ или %;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение приведенной погрешности $\gamma_{\text{вик},AI,i}$, % по формуле (2):

$$\gamma_{\text{вик},AI,i} = \frac{C_{\text{изм},i} - C_{\text{вх},i}}{C_{\text{макс}} - C_{\text{мин}}} \cdot 100 \quad (2)$$

- если абсолютное (по модулю) значение погрешности $|\gamma_{\text{вик},AI,i}|$ не превышает 0,2 %, то результаты определения погрешности ВИК считают положительными.

10.1.3 Определение погрешности ИК проводят следующим образом:

- для каждой проверяемой точки рассчитывают основную относительную погрешность ИК $\delta_{\text{ик},i}$, %, или приведенную к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений погрешность ИК $\gamma_{\text{ик},i}$, % (в зависимости от нормированной в таблице А.1 приложения А характеристики погрешности ИК) по формулам (3) и (4) соответственно:

$$\delta_{\text{ик},i} = \delta_{\text{пип}} + \frac{C_{\text{изм},i} - C_{\text{вх},i}}{C_{\text{вх},i}} \cdot 100 \quad (3)$$

$$\gamma_{\text{ик},i} = \gamma_{\text{пип}} + \frac{C_{\text{изм},i} - C_{\text{вх},i}}{C_{\text{макс}} - C_{\text{мин}}} \cdot 100 \quad (4)$$

где $\delta_{\text{пип}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ПИП, указанные в таблице А.1 приложения А;

где $\gamma_{\text{пип}}$ – пределы допускаемой приведенной к верхнему значению поддиапазона измерений погрешности ПИП, указанные в таблице А.1 приложения А.

- если рассчитанные значения погрешностей не выходят за пределы допускаемой основной относительной погрешности ИК, указанной в таблице А.1 приложения А, то результаты определения погрешности ИК считают положительными.

Примечание – Допускается проводить определение метрологических характеристик измерительных каналов массовой концентрации и объемной доли веществ в соответствии с 10.3.1 ГОСТ Р 8.959-2019.

- 10.1.4 Для ИК массовой концентрации взвешенных частиц (пыли) проводят определение коэффициента расчета по методике, изложенной в приложении Б.

10.2 Определение метрологических характеристик измерительных каналов температуры газопылевого потока отходящих дымовых газов.

10.2.1 Проверяют сведения о поверке ПИП, содержащиеся в ФИФ ОЕИ.

Результаты проверки считают положительными, если ПИП поверен на момент проведения поверки системы.

10.2.2 Определение погрешности ВИК проводят в изложенной ниже последовательности:

- отсоединяют ЛС от ПИП, подключают калибратор в установленном режиме имитации силы постоянного электрического тока к входу ВИК через ЛС;

- выбирают 5 проверяемых точек $T_{\text{ВХ},i}$, $^{\circ}\text{C}$, равномерно распределенных по диапазону показаний (5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 %);

- на вход ВИК подают от калибратора значение сигнала $I_{\text{ВХ},i}$, мА, рассчитываемое по формуле:

$$I_{\text{ВХ},i} = \left(\frac{(T_{\text{ВХ},i} - T_{\text{мин}}) \cdot (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}})}{T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}}} \right) + I_{\text{мин}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{макс}}$ и $T_{\text{мин}}$ - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона показаний температуры газопылевого потока отходящих дымовых газов, $^{\circ}\text{C}$;

- считывают результат измерений $T_{\text{изм},i}$, $^{\circ}\text{C}$;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение приведенной погрешности $\gamma_{\text{ВИК},i}$, % по формуле:

$$\gamma_{\text{ВИК},i} = \frac{T_{\text{изм},i} - T_{\text{ВХ},i}}{T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}}} \cdot 100 \quad (6)$$

- если абсолютное (по модулю) значение погрешности $|\gamma_{\text{ВИК},i}|$ не превышает 0,2 %, то результаты определения погрешности ВИК считают положительными.

10.2.3 Определение погрешности ИК проводят следующим образом:

- для каждой проверяемой точки рассчитывают основную абсолютную погрешность ИК $\Delta_{\text{ИК},i}$, % по формуле:

$$\Delta_{\text{ИК},i} = \frac{\gamma_{\text{ПИП}}}{100} \cdot (T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}}) + (T_{\text{изм},i} - T_{\text{ВХ},i}) \quad (7)$$

где $\gamma_{\text{ПИП}}$ – пределы допускаемой основной приведенной к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений погрешности ПИП, указанные в таблице А.1 приложения А.

- если рассчитанные значения погрешностей не выходят за пределы допускаемой основной приведенной к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений погрешности ИК температуры газопылевого потока отходящих дымовых газов, указанной в таблице А.1 приложения А, то результаты определения погрешности ИК считают положительными.

10.3 Определение метрологических характеристик измерительных каналов абсолютного давления газопылевого потока отходящих дымовых газов.

10.3.1 Проверяют сведения о поверке ПИП, содержащиеся в ФИФ ОЕИ.

Результаты проверки считают положительными, если ПИП поверен на момент проведения поверки системы.

10.3.2 Определение погрешности ВИК проводят в изложенной ниже последовательности:

- отсоединяют ЛС от ПИП, подключают калибратор в установленном режиме имитации силы постоянного электрического тока к входу ВИК через ЛС;
- выбирают 5 проверяемых точек $P_{\text{ВХ},i}$, равномерно распределенных по диапазону показаний (5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 %);
- на вход ВИК подают от калибратора значение сигнала $I_{\text{ВХ},i}$, мА, рассчитываемое по формуле:

$$I_{\text{ВХ},i} = \left(\frac{(P_{\text{ВХ},i} - P_{\text{мин}}) \cdot (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}})}{P_{\text{макс}} - P_{\text{мин}}} \right) + I_{\text{мин}}, \quad (8)$$

где $P_{\text{макс}}$ и $P_{\text{мин}}$ - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона показаний абсолютного давления газопылевого потока отходящих дымовых газов;

- считывают результат измерений $P_{\text{изм},i}$, кПа;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение приведенной погрешности $\gamma_{\text{ВИК},i}$, % по формуле:

$$\gamma_{\text{ВИК},i} = \frac{P_{\text{изм},i} - P_{\text{ВХ},i}}{P_{\text{макс}} - P_{\text{мин}}} \cdot 100 \quad (9)$$

- если абсолютное (по модулю) значение погрешности $|\gamma_{\text{ВИК},i}|$ не превышает 0,2 %, то результаты определения погрешности ВИК считают положительными.

10.3.3 Определение погрешности ИК проводят следующим образом:

- рассчитывают основную относительную погрешность ИК $\delta_{\text{ИК},i}$, % по формуле:

$$\delta_{\text{ИК},i} = \frac{\gamma_{\text{ПИП}} \cdot (P_{\text{изм.макс}} - P_{\text{изм.мин}})}{P_{\text{ВХ},i}} + \frac{P_{\text{изм},i} - P_{\text{ВХ},i}}{P_{\text{ВХ},i}} \cdot 100 \quad (10)$$

где $\gamma_{\text{ПИП}}$ – пределы допускаемой основной приведенной к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений погрешности ПИП, указанные в таблице А.1 приложения А;

где $P_{\text{изм.макс}}$ и $P_{\text{изм.мин}}$ - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона измерений абсолютного давления газопылевого потока отходящих дымовых газов.

- если рассчитанные значения погрешностей не выходят за пределы допускаемой основной приведенной к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений погрешности ИК абсолютного давления газопылевого потока отходящих дымовых газов, указанной в таблице А.1 приложения А, то результаты определения погрешности ИК считают положительными.

10.4 Определение метрологических характеристик измерительных каналов скорости газопылевого потока отходящих дымовых газов.

10.4.1 Проверяют сведения о поверке ПИП, содержащиеся в ФИФ ОЕИ.

Результаты проверки считают положительными, если ПИП поверен на момент проведения поверки системы.

10.4.2 Определение погрешности ВИК проводят в изложенной ниже последовательности:

- отсоединяют ЛС от ПИП, подключают калибратор в установленном режиме имитации силы постоянного электрического тока к входу ВИК через ЛС;
- выбирают 5 проверяемых точек $V_{\text{ВХ},i}$, равномерно распределенных по диапазону показаний (5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 %);
- на вход ВИК подают от калибратора значение сигнала $I_{\text{ВХ},i}$, мА, рассчитываемое по формуле:

$$I_{\text{ВХ},i} = \left(\frac{(V_{\text{ВХ},i} - V_{\text{мин}}) \cdot (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}})}{V_{\text{макс}} - V_{\text{мин}}} \right) + I_{\text{мин}}, \quad (11)$$

где $V_{\text{макс}}$ и $V_{\text{мин}}$ - соответственно значения верхней и нижней границ диапазона показаний скорости газопылевого потока отходящих дымовых газов;

- считывают результат измерений $V_{\text{изм},i}$, м/с;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение приведенной погрешности $\gamma_{\text{ВИК},i}$, % по формуле:

$$\gamma_{\text{ВИК},i} = \frac{V_{\text{изм},i} - V_{\text{ВХ},i}}{V_{\text{макс}} - V_{\text{мин}}} \cdot 100 \quad (12)$$

- если абсолютное (по модулю) значение погрешности $|\gamma_{\text{ВИК},i}|$ не превышает 0,2 %, то результаты определения погрешности ВИК считают положительными.

10.4.3 Определение погрешности ИК проводят следующим образом:

- рассчитывают основную относительную погрешность ИК $\delta_{\text{ИК},i}$, % по формуле:

$$\delta_{\text{ИК},i} = \delta_{\text{ПИП}} + \frac{\gamma_{\text{ПИП}}}{V_{\text{ВХ},i}} \cdot V_{\text{макс}} + \frac{V_{\text{изм},i} - V_{\text{ВХ},i}}{V_{\text{ВХ},i}} \cdot 100 \quad (13)$$

где $\delta_{\text{ПИП}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ПИП, указанные в таблице А.1 приложения А;

$\gamma_{\text{ПИП}}$ – пределы допускаемой приведенной к максимальному значению диапазона измерений погрешности ПИП при преобразовании измеренного значения скорости газового потока в сигнал постоянного электрического тока, указанные в таблице А.1 приложения А.

- если рассчитанные значения погрешностей не выходят за пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности ИК скорости потока газопылевого потока отходящих дымовых газов, приведенного к нормальным условиям, указанной в таблице А.1 приложения А, то результаты определения погрешности ИК считают положительными.

10.5 Определение метрологических характеристик ИК массовой концентрации оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, объемной доли кислорода

10.5.1 Определение метрологических характеристик с использованием ГСО

10.5.1.1 Определение метрологических характеристик системы с использованием ГСО проводят при поочередной подаче газовых смесей, предусмотренных методикой поверки на газоанализаторы LONHOT, модель LONOXT3000 (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 89079-23) и модели S - ANALYZER 200 (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ 78726-20), на вход газоанализатора в последовательности 1 – 2 – 3 – 2 – 1 – 3 с фиксацией результатов измерений газоанализатором и монитором системы.

По результатам измерений рассчитывают значения приведенной γ погрешности измерений содержания i-го компонента для диапазонов (поддиапазонов) измерений, в которых нормированы пределы допускаемой приведенной погрешности, по формуле 14:

$$\gamma = \frac{c_{\text{изм}} - c_{\text{д}}}{c_{\text{впн}} - c_{\text{нпн}}} \cdot 100 \%, \quad (14)$$

где $C_{изм}$ – значение массовой концентрации, измеренное системой;
 C_d – аттестованное значение массовой концентрации ГСО;
 $C_{вп1}$ – значение верхнего предела диапазона (поддиапазона) измерений;
 $C_{нп1}$ – значение нижнего предела диапазона (поддиапазона) измерений.

По результатам измерений рассчитывают значения относительной δ погрешности измерений содержания i -го компонента для диапазонов (поддиапазонов) измерений, в которых нормированы пределы допускаемой относительной погрешности, по формуле 15:

$$\delta = \frac{C_{изм} - C_d}{C_d} \cdot 100 \%, \quad (15)$$

10.5.1.2 Результаты считают положительными, если:

- полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в описании типа на газоанализатор;
- расхождение показаний дисплея газоанализатора и показаний монитора системы не превышает 0,2 долей от пределов допускаемой погрешности.

10.5.2 Определение метрологических характеристик системы в рабочих условиях на реальной среде с использованием рабочего эталона

10.5.2.1 Определение метрологических характеристик проводят на реальной среде при одновременной подаче отходящих газов в газоанализатор системы и рабочий эталон 1 разряда с синхронной фиксацией результатов измерений рабочим эталоном, газоанализатором и монитором системы массовой концентрации диоксида серы.

10.5.2.2 По результатам измерений рассчитывают значения приведенной $у$ и относительной δ погрешности измерений содержания i -го компонента для поддиапазонов измерений, в которых нормированы пределы допускаемой приведенной погрешности, по формуле 14 и для поддиапазонов измерений, в которых нормированы пределы допускаемой относительной погрешности, по формуле 15.

10.5.3 Результаты считают положительными, если:

- полученные значения погрешности не превышают значений, указанных в приложении А;
- расхождение показаний дисплея газоанализатора и показаний монитора системы не превышает 0,2 долей от пределов допускаемой погрешности.

Допускается проведение поверки на реальной среде методом отбора пробы, при этом отношение пределов допускаемой погрешности измерений, установленных для аттестованной методики (метода) измерений, к пределам допускаемой погрешности системы должно быть не более 1/2. Сведения об аттестованной методике (методе) измерений должны содержаться в ФИФ ОЕИ. Отбор пробы проводят в соответствии с аттестованной методикой (методом) измерений и в аккредитованной лаборатории измеряют в ней содержание компонента диоксида серы.

10.6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям. Систему считают соответствующей метрологическим требованиям, если:

- при внешнем осмотре не выявлены повреждения и несоответствия;
- результаты опробования положительные;
- идентификационные данные ПО соответствуют данным, приведенным в описании типа;
- погрешность ИК не превышает допускаемых значений.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

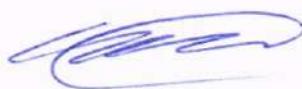
Результаты поверки оформляют в соответствии с действующими нормативными правовыми документами.

Начальник Центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



Ю.А. Шатохина

Зам. начальника отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С.О. Штоба

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики ИК Системы

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Диапазон показаний	ПИП: тип, диапазон выходного сигнала, характеристики погрешности	ВИК: тип модуля ввода, характеристики погрешности	Характеристики погрешности ИК	
					Основной	В рабочих условиях
1	2	3	4	5	6	7
Температура газопылевого потока отходящих дымовых газов	от -50 до +300 °C	от -50 до +300 °C	Метран-286 от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\gamma_{ot} = \pm 0,15 \%$ $\gamma_{tt} = \pm 0,05 \% / 10 \text{ } ^\circ\text{C}$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai} = \pm 0,2 \%$	$\Delta_{ik} = \pm 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\Delta_{ik} = \pm 3,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
Абсолютное давление газопылевого потока отходящих дымовых газов	от 50 до 110 кПа	от 0 до 110 кПа	Метран-150 от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\gamma_{op} = \pm 0,14 \%$ $\gamma_{tp} = \pm 0,23 \% / 10 \text{ } ^\circ\text{C}$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai} = \pm 0,2 \%$	$\delta_{ik} = \pm (40/P) \%$	$\delta_{ik} = \pm (90/P) \%$ в диапазоне температур окружающей среды от -20 до +60 °C включ. $\delta_{ik} = \pm (120/P) \%$ в диапазоне температур окружающей среды св. +60 до +85 °C

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
Скорость газопылевого потока отходящих дымовых газов	от 6 до 40 м/с	от 0 до 40 м/с	ВЗЛЕТ РГ от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\Delta_s = \pm(0,03 + 0,03 \cdot V) \%$ $\gamma_{sa} = \pm 0,1 \%$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai} = \pm 0,2 \%$	-	$\delta_{ik} = \pm 25 \%$
Массовая концентрация взвешенных частиц (пыли)	от 40 до 2000 мг/м ³ от 80 до 4000 мг/м ³ от 40 до 2000 мг/м ³	от 0 до 2000 мг/м ³ от 0 до 4000 мг/м ³ от 0 до 2000 мг/м ³	ЛПИ-05 от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\delta_c = \pm 20 \%$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai} = \pm 0,2 \%$	-	$\delta_{ik} = \pm 30 \%$
Массовая концентрация оксида азота	от 0 до 6697,68 мг/м ³	от 0 до 6697,68 мг/м ³	S - ANALYZER 200 (ультрафиолетовая фотометрия) от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\gamma_{co} = \pm 10 \%$ $\gamma_{ct} = \pm 3 \% / 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai} = \pm 0,2 \%$	$\gamma_{ik} = \pm 27 \%$ в поддиапазоне от 0 до 2560 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik} = \pm 27 \%$ в поддиапазоне от 2560 до 6697,68 мг/м ³	$\gamma_{ik} = \pm 35 \%$ в поддиапазоне от 0 до 2560 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik} = \pm 35 \%$ в поддиапазоне от 2560 до 6697,68 мг/м ³
Массовая концентрация диоксида азота	от 0 до 2132,3 мг/м ³	от 0 до 2132,3 мг/м ³	S - ANALYZER 200 (ультрафиолетовая фотометрия) от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\gamma_{co} = \pm 5 \%$ $\gamma_{ct} = \pm 1,5 \% / 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai} = \pm 0,2 \%$	$\gamma_{ik} = \pm 27 \%$ в поддиапазоне от 0 до 420 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik} = \pm 27 \%$ в поддиапазоне от 420 до 2132,3 мг/м ³	$\gamma_{ik} = \pm 35 \%$ в поддиапазоне от 0 до 420 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik} = \pm 35 \%$ в поддиапазоне от 420 до 2132,3 мг/м ³

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
Массовая концентрация диоксида серы	от 0 до 5839,86 мг/м ³	от 0 до 5839,86 мг/м ³	S - ANALYZER 200 (инфракрасная фотометрия) от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\gamma_{co}=\pm 10\%$ $\gamma_{ct}=\pm 3\%/10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai}=\pm 0,2\%$	$\gamma_{ik}=\pm 27\%$ в поддиапазоне от 0 до 2277 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik}=\pm 27\%$ в поддиапазоне от 2277 до 5839,86 мг/м ³	$\gamma_{ik}=\pm 35\%$ в поддиапазоне от 0 до 2277 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik}=\pm 35\%$ в поддиапазоне от 2277 до 5839,86 мг/м ³
Массовая концентрация оксида углерода	от 0 до 12504,17 мг/м ³	от 0 до 12504,17 мг/м ³	S - ANALYZER 200 (инфракрасная фотометрия) от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\gamma_{co}=\pm 10\%$ $\gamma_{ct}=\pm 3\%/10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai}=\pm 0,2\%$	$\gamma_{ik}=\pm 27\%$ в поддиапазоне от 0 до 4750 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik}=\pm 27\%$ в поддиапазоне от 4750 до 12504,17 мг/м ³	$\gamma_{ik}=\pm 35\%$ в поддиапазоне от 0 до 4750 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik}=\pm 35\%$ в поддиапазоне от 4750 до 12504,17 мг/м ³
	от 0 до 125,04 мг/м ³	от 0 до 125,04 мг/м ³			$\gamma_{ik}=\pm 27\%$ в поддиапазоне от 0 до 48 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik}=\pm 27\%$ в поддиапазоне от 48 до 125,04 мг/м ³	$\gamma_{ik}=\pm 35\%$ в поддиапазоне от 0 до 48 мг/м ³ не включ. $\delta_{ik}=\pm 35\%$ в поддиапазоне от 48 до 125,04 мг/м ³
Объемная доля кислорода в сухом газе	от 5 до 25 %	от 0 до 25 %	S - ANALYZER 200 от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\gamma_{co}=\pm 3\%$ $\gamma_{ct}=\pm 0,9\%/10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai}=\pm 0,2\%$	$\delta_{ik}=\pm 16\%$	$\delta_{ik}=\pm 30\%$

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
Объемная доля кислорода во влажном газе	св. 1 до 25 %	от 0 до 25 %	LONOXT3000 от 4 до 20 мА (соответствует диапазону показаний) $\Delta_c = \pm 0,15 \%$ в поддиапазоне св. 1 до 5 % включ. $\Delta_c = \pm 0,2 \%$ в поддиапазоне св. 5 до 7 % включ. $\delta_c = \pm 3 \%$ в поддиапазоне св. 7 до 15 % включ. $\delta_c = \pm 2 \%$ в поддиапазоне св. 15 до 25 %	Модуль ввода AI 16 011 $\gamma_{ai} = \pm 0,2 \%$	-	$\delta_{ik} = \pm 30 \%$

Примечания:

1. Используемые обозначения:

γ_{ot} – пределы допускаемой основной приведенной к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений погрешности ПИП температуры, $^{\circ}\text{C}$;

γ_{tt} – пределы допускаемой приведенной к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений дополнительной погрешности ПИП температуры, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в границах рабочих условий относительно нормальных условий, % на $10 \, ^{\circ}\text{C}$;

Δ_{ik} – пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК, %;

γ_{ai} – пределы допускаемой приведенной к 16 мА погрешности ВИК в рабочих условиях, %;

δ_{ik} – пределы допускаемой относительной погрешности ИК, %;

P – измеренное значение абсолютного давления, кПа;

γ_{op} – пределы допускаемой основной приведенной к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений погрешности ПИП давления, %;

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
γ_{tp}	– пределы допускаемой приведенной к разности между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений дополнительной погрешности ПИП давления, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в границах рабочих условий относительно нормальных условий, % на 10 °C;					
Δ_s	– пределы допускаемой абсолютной погрешности расходомера в рабочих условиях, м/с;					
V	– измеренное значение скорости потока, м/с;					
γ_{sa}	– пределы допускаемой приведенной к максимальному значению диапазона измерений погрешности расходомера при преобразовании измеренного значения скорости газового потока в сигнал постоянного электрического тока в рабочих условиях, %;					
Δ_c	– пределы допускаемой абсолютной погрешности ПИП объемной доли/массовой концентрации веществ в рабочих условиях, %;					
δ_c	– пределы допускаемой относительной погрешности ПИП объемной доли/массовой концентрации веществ в рабочих условиях, %;					
γ_{co}	– пределы допускаемой основной приведенной к максимальному значению диапазона измерений погрешности ПИП объемной доли/массовой концентрации веществ, %;					
γ_{ct}	– пределы допускаемой дополнительной приведенной к максимальному значению диапазона измерений погрешности ПИП объемной доли/массовой концентрации веществ, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в границах рабочих условий относительно нормальных условий, % на 10 °C;					
γ_{ik}	– пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу поддиапазона измерений погрешности ИК, %.					
2.	Пылеизмерители лазерные ЛПИ-05 в составе ИК обеспечивают измерение массовой концентрации взвешенных частиц в диапазоне от 0 до 10000 мг/м ³ , диапазон выходного унифицированного аналогового сигнала постоянного тока от 4 до 20 мА настроен согласно руководству по эксплуатации для диапазонов показаний, приведенных в настоящей таблице. Пылеизмерители лазерные ЛПИ-05 также обеспечивают измерение спектрального коэффициента направленного пропускания. Измерительных каналов спектрального коэффициента направленного пропускания в составе системы не предусмотрено. Измерение коэффициента проводится только при поверке ПИП в составе ИК системы.					

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7
3. Газоанализаторы S - ANALYZER 200 в составе ИК обеспечивают измерение концентрации компонентов (оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода) в среде, млн^{-1} . В настоящей таблице приведены диапазоны измерений и показаний массовой концентрации компонентов, $\text{мг}/\text{м}^3$, приведенной к нормальным условиям (0 °C и 101,325 кПа, сухой газ). Пересчет производится в ВИК по ГОСТ Р 8.974-2019.						
4. По результатам измерений объемной доли кислорода в сухом и влажном газе ВИК системы вычисляет объемную долю паров воды в отходящих дымовых газах φ , %, по формуле:						
$\varphi = \left(1 - \frac{C_v}{C_c}\right) \cdot 100 \%$ где C_v – измеренное значение объемной доли кислорода во влажном газе, %; C_c – измеренное значение объемной доли кислорода в сухом газе, %.						
5. По результатам измерений скорости, абсолютного давления и температуры газопылевого потока отходящих дымовых газов вычисляется значение объемного расхода газопылевого потока отходящих дымовых газов, приведенное к нормальным условиям (0 °C и 101,325 кПа, сухой газ).						

Таблица А.2 – Условия эксплуатации измерительных компонентов Системы

Компонент	Температура окружающего воздуха, °C	Относительная влажность воздуха, %,
Нормальные условия		
Измерительные компоненты, кроме Метран-150	от +15 до +25	от 30 до 80
Метран-150	от +21 до +25	
Рабочие условия		
Оборудование, размещенное в блок-контейнере DB1	от +10 до +35	не более 80
Примечание – Условия эксплуатации ПИП согласно их описаниям типа. Температура внутри термочехлов не ниже минус 20 °C.		

Таблица А.3 – Основные технические характеристики Системы

Наименование характеристики	Значение
Напряжение электрического питания, В	от 360 до 440
Частота электрического питания, Гц	от 49 до 51
Потребляемая мощность, Вт, не более	24300
Рабочая температура газопылевого потока, °C	от 80 до 300

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное)

Определение массового коэффициента на объекте (на реальной среде) для измерительного канала массовой концентрации взвешенных частиц (пыли)

После определения метрологических характеристик измерительного канала массовой концентрации взвешенных частиц (пыли) и монтажа ПИП на объекте (на стационарном источнике загрязнения окружающей среды) проводится определение массового 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».

Примечание - Допускается применение других методов (методик) измерений, внесенных в ФИФ ОЕИ, или средств поверки, внесенных в ФИФ ОЕИ, имеющих запас по точности и действующие сведения о поверке в ФИФ ОЕИ.

Работы выполняются согласно соответствующей эксплуатационной документации на ПИП и систему. Допускается привлекать к проведению работ по поверке сотрудников предприятия-владельца системы, либо организации, представившей средство измерений на поверку или иных организаций, при условии выполнения ими работ под контролем поверителя.

Указанный коэффициент определяют при стабильных условиях технологического процесса по показаниям ПИП и измерением массовой концентрации пыли гравиметрическим методом.

Количество измерений, место и время отбора проб выбирают согласно рекомендациям нормативного документа.

Значение K_n рассчитывается в блоке процессора автоматически по формуле

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

где C – значение массовой концентрации пыли, определенное гравиметрическим методом, $\text{мг}/\text{м}^3$;

\bar{A} – среднее арифметическое значение показаний спектрального коэффициента направленного пропускания анализатора пыли за время отбора пробы на фильтр, %.

Полученные результаты измерений массовой концентрации твердых частиц ручным гравиметрическим методом вводятся в память блока процессора, где рассчитываются и запоминаются значения K_n , с помощью которых блок процессора при работе автоматически рассчитывает значение массовой концентрации взвешенных частиц в $\text{мг}/\text{м}^3$.