

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система измерений выбросов автоматизированная АСИВ Челябинской ТЭЦ-3 дымовой трубы № 1

#### Назначение средства измерений

Система измерений выбросов автоматизированная АСИВ Челябинской ТЭЦ-3 дымовой трубы № 1 (далее – система), предназначена для:

- непрерывных автоматических измерений массовой концентрации загрязняющих веществ - оксида углерода (СО), оксида азота (NO), диоксида азота (NO<sub>2</sub>), а также объемной доли кислорода (O<sub>2</sub>), диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и параметров (температура, абсолютное давление, объемный расход, влажность) в газовых выбросах;
- сбора, обработки, визуализации, хранения полученных данных и представления результатов в различных форматах;
- передачи по запросу накопленной информации на внешний удаленный компьютер (сервер) по проводному каналу связи;
- расчета и учета массовых и валовых выбросов загрязняющих веществ.

#### Описание средства измерений

Принцип действия системы основан на следующих методах измерения:

- 1) всех определяемых компонентов (кроме кислорода) - оптико-абсорбционный в инфракрасной области спектра;
- 2) кислорода – электрохимический, основан на применении твердоэлектролитного датчика на основе диоксида циркония;
- 3) температуры – терморезисторный (термометр сопротивления Метран-2000);
- 4) давления/разрежения – резонансночастотный; преобразователь (датчик) давления измерительный EJ\* модификация EJX (серия А) модель 510;
- 5) объемного расхода – корреляционный (измеритель скорости газового потока ИС-14.М);
- 6) влажности – изменение емкости сенсора влажности (трансмиситтер точки росы Vaisala DRYCAP® DMT345).

Система является стационарной и состоит из двух уровней:

- уровня измерительного комплекса точки измерений (ИК ТИ);
- уровня информационно-вычислительного комплекса (ИВК).

Связь между ИК ТИ и ИВК осуществляется по токовому интерфейсу от 4 до 20 мА. Передача данных от ПТК и предоставление информации на АРМ осуществляется по каналам связи.

Уровень ИК ТИ системы включает в себя следующие средства измерений:

- комплекс газоаналитический ПЭМ-2М.1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 71744-18), в состав которого входят блок аналитический ПЭМ-2М.1, блок измерения кислорода, пробоотборное устройство с зондом, обогреваемая линия транспортировки пробы;
- термопреобразователь сопротивления Метран-2000 (регистрационный номер 38550-13);
- преобразователь (датчик) давления измерительный EJ\* модификация EJX (серия А) модель 510 (регистрационный номер 59868-15);
- измеритель расхода и скорости газового потока ИС-14.М (регистрационный номер 65860-16);
- блок измерительный влажности (трансмиситтер точки росы Vaisala DRYCAP® DMT345).

АСИВ представляет собой единичный экземпляр системы измерительной, спроектированной для конкретного объекта из компонентов отечественного и импортного изготовления. Монтаж и наладка АСИВ осуществлены непосредственно на объекте эксплуатации в соответствии с проектной документацией АСИВ и эксплуатационными документами ее компонентов.

Измерение содержания веществ в системе состоит из следующих этапов: первичной подготовки пробы; транспортировки пробы; финальной подготовки пробы; анализа пробы; обработки результатов анализа.

Первичная пробоподготовка заключается в очистке газовой пробы от частиц механических примесей.

Компрессор блока подготовки пробы создает разрежение в газовом тракте, анализируемая проба через пробоотборный зонд, подогреваемый керамический фильтр (температура от плюс 140 до плюс 200 °С) и клапаны управления пробоотбором поступает в линию транспортирования к газоаналитическому комплексу.

Температура подогреваемой линии транспортирования поддерживается в диапазоне от плюс 120 до плюс 180 °С для предотвращения образования конденсата и растворения в нем растворимых газов.

Перед поступлением в аналитический блок газовая проба проходит заключительную подготовку: первичное отделение конденсата в конденсатосборнике, охлаждение до температуры от плюс 3 до плюс 5 °С в блоке холодильника, где происходит повторное отделение влаги.

Охлажденная и осушенная проба проходит через измерители расхода и влажности, расположенные в контроллере блока холодильника, и через фильтр тонкой очистки поступает в термостатируемую ячейку (плюс 40 °С) аналитического блока ПЭМ-2М.1. После определения состава газовой смеси проба поступает для дальнейшего анализа в блок измерения кислорода. Датчики температуры и давления служат для приведения результатов измерений к условиям (0 °С, 101,3 кПа).

Результаты анализа пробы передаются токовыми сигналами в контроллер S7-300, расположенный в шкафу ПТК. Измеренные значения содержания компонентов относят к «сухой» пробе, т.к. вся влага конденсируется и удаляется из пробы.

Уровень ИК ТИ осуществляет следующие функции:

- измерение давления/разрежения, температуры и объемного расхода (скорости) дымовых газов;

- измерение массовой концентрации и объемной доли определяемых компонентов.

Уровень ИВК системы обеспечивает автоматический сбор, диагностику и автоматизированную обработку информации по анализу выходных газов в сечении газохода, автоматизированный сбор и обработку информации, а также обеспечивает интерфейс доступа к этой информации и ее использование для реализации расчетных задач системы.

На уровне ИВК системы проводится в автоматическом режиме расчет объемного расхода ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), приведенного к условиям (0 °С, 101,3 кПа), и массового выброса компонента ( $\text{г}/\text{с}$ ).

Общий вид АСИВ (контейнер) приведен на рисунке 1, вид внутри - на рисунке 2.



Для защиты от несанкционированного доступа контейнер АСИВ закрывается на замок  
Рисунок 1 – Общий вид контейнера



Рисунок 2 – Вид внутри контейнера

### Программное обеспечение

Программное обеспечение системы состоит из 3-х модулей:

- встроенное программное обеспечение (S7\_ASIV);
- автономное программное обеспечение (ARM\_ASIV);
- программное обеспечение трансмиттера точки росы Vaisala DRYCAP® DMT345 (DMT340).

Встроенное программное обеспечение (ПО контроллера) осуществляет следующие функции:

- прием, регистрация данных о параметрах отходящего газа.

Автономное ПО (АРМ) осуществляет функции:

- ¾ отображение на экране АРМ измеренных мгновенных значений концентрации определяемых компонентов и значений параметров газового потока;
- ¾ автоматическое формирование суточного, месячного, квартального и годового отчета на основе 20-ти минутных значений по запросу пользователя;
- ¾ автоматический расчет массового выброса (г/с) загрязняющих веществ;
- ¾ архивация (сохранение) вышеуказанных измеренных и расчетных данных;
- ¾ визуализация процесса на дисплеях АРМ;
- ¾ вывод на печать по запросу необходимой оперативной или архивной информации;
- ¾ выполнение разработанных оперативных и неоперативных прикладных программ;
- ¾ поддержка многопользовательского, многозадачного непрерывного режима работы в реальном времени;
- ¾ регистрация и документирование событий, ведение оперативной БД параметров режима, обновляемой в темпе процесса;
- ¾ контроль состояния значений параметров, формирование предупреждающих и аварийных сигналов;
- ¾ дополнительная обработка информации, расчеты, автоматическое формирование отчетов и сохранением их на жесткий диск АРМ;
- ¾ обмен данными между смежными системами;
- ¾ автоматическая самодиагностика состояния технических средств, устройств связи;
- ¾ выполнение функций системного обслуживания – администрирование АСИБ (контроль и управление полномочиями пользователей, переконфигурирование при модернизации системы).

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – Встроенное ПО (контроллера)

Идентификационные данные (признаки)	Значения				
	S7_ASIV блок 600	S7_ASIV блок 800	S7_ASIV блок 801	S7_ASIV блок 802	S7_ASIV блок 803
Идентификационное наименование ПО	3.1	1.0	1.0	0.0	0.0
Номер версии (идентификационный номер) ПО	\$5978	\$6824	\$A4EB	\$74BC	\$40EB
Цифровой идентификатор ПО	CRC				
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора					
Примечание - Контрольные суммы встроенного ПО S7_ASIV рассчитываются по пяти модулям.					

Таблица 2 – Автономное ПО сервера (АРМ)

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	ARM_ASIV
Номер версии (идентификационный номер) ПО	703.2001.119.6
Цифровой идентификатор ПО	c759313c
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC32

Таблица 3 – ПО трансмиттера точки росы Vaisala DRYCAP® DMT345

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	DMT340
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 5.16
Цифровой идентификатор ПО	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	-
Примечание - Версия ПО DMT345 выводится при нажатии на клавишу «инфо» на дисплее трансмиттера или через последовательную линию командой «vers» на экран персонального компьютера, подключенного к трансмиттеру точки росы.	

Влияние встроенного ПО учтено при нормировании метрологических характеристик системы. Уровень защиты – «средний» по Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 4 – Метрологические характеристики измерительных каналов системы (газоаналитический комплекс с устройством отбора и подготовки пробы)

Измерительный канал (определяемый компонент или параметр)	Диапазон показаний, млн <sup>-1</sup> (объемной доли, %)	Диапазон измерений объемной доли <sup>1)</sup> , млн <sup>-1</sup> (объемной доли, %)	Пределы допускаемой основной погрешности	
			абсолютной	относительной, %
O <sub>2</sub>	от 0 до 25 % (об.)	от 0 до 5 % (об.) включ. св. 5 до 25 % (об.)	±0,12 % об. -	- ±2,5
CO	от 0 до 500	от 0 до 50 млн <sup>-1</sup> включ. св. 50 до 500 млн <sup>-1</sup>	±2,5 млн <sup>-1</sup> -	- ±5
CO <sub>2</sub>	от 0 до 30	от 0 до 5 % (об.) включ. св. 5 до 30 % (об.)	± 0,25 % об -	— ± 5
NO	от 0 до 500	от 0 до 50 млн <sup>-1</sup> включ. св. 50 до 500 млн <sup>-1</sup>	±4 млн <sup>-1</sup> -	- ±8
NO <sub>2</sub>	от 0 до 500	от 0 до 50 млн <sup>-1</sup> включ. св. 50 до 500 млн <sup>-1</sup>	±4 млн <sup>-1</sup> -	- ±8

<sup>1)</sup> Пересчет значений объемной доли X в млн<sup>-1</sup> (ppm) в массовую концентрацию C, мг/м<sup>3</sup>, проводят по формуле:  $C = X M/V_m$ , где M – молярная масса компонента, г/моль, V<sub>m</sub> – молярный объем газа-разбавителя – азота или воздуха, равный 22,41, при условиях (0 °С и 101,3 кПа в соответствии с РД 52.04.186-89), дм<sup>3</sup>/моль.

Таблица 5 – Метрологические характеристики газоаналитических каналов системы

Наименование характеристики	Значение
Предел допускаемой вариации показаний, в долях от предела допускаемой основной погрешности	0,5
Пределы допускаемого изменения выходного сигнала за 24 ч непрерывной работы, в долях от пределов допускаемой основной погрешности	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности при изменении температуры окружающей среды на каждые 10 °С от номинального значения температуры +20 °С в пределах рабочих условий, в долях от предела допускаемой основной погрешности	$\pm 0,5$
Пределы дополнительной погрешности от взаимного влияния измеряемых компонентов в анализируемой газовой смеси, в долях от предела допускаемой основной погрешности	$\pm 0,2$
Время прогрева, мин, не более	60
Предел допускаемого времени установления выходного сигнала ( $T_{0,9}$ ), с (время одного цикла без учета транспортного запаздывания)	180
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха, % - диапазон атмосферного давления, кПа	от +15 до +25 от 30 до 80 от 98 до 104,6

Таблица 6 – Диапазоны измерений и пределы допускаемой погрешности измерительных каналов системы в условиях эксплуатации (в соответствии с Приказом Минприроды России от № 425 от 07.12.2012 г)

Определяемый компонент	Диапазоны измерений объемной доли определяемого компонента, млн <sup>-1</sup>	Пределы допускаемой погрешности	
		абсолютной, $\Delta$ , млн <sup>-1</sup>	относительной, $\delta$ , %
Оксид азота (NO)	от 0 до 30 включ.	$\pm 7,5$	-
	св. 30 до 500	-	$\pm(25,8-0,027 \times C)^{1)}$
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	от 0 до 30 включ.	$\pm 7,5$	-
	св. 30 до 500	-	$\pm(25,8-0,027 \times C)$
Оксид углерода (CO)	от 0 до 20 включ.	$\pm 5$	-
	св. 20 до 500	-	$\pm(25,7-0,036 \times C)$

<sup>1)</sup>С – измеренное значение объемной доли, млн<sup>-1</sup>.

Таблица 7 – Метрологические характеристики для измерительных каналов параметров газового потока в условиях эксплуатации

Определяемый параметр	Единицы измерений	Диапазон измерений <sup>2)</sup>	Пределы допускаемой погрешности
Температура дымовых газов	°С	от 0 до +200	±2 °С (абс.)
Абсолютное давление дымовых газов	кПа	от +85 до +125	±1,5 % (прив.) <sup>5)</sup>
Скорость газового потока	м/с	от 2,5 до 5 включ. св. 5 до 50	± 20/V % (отн.) ± 3 % (отн.)
Объемный расход газового потока <sup>1)</sup>	м <sup>3</sup> /ч	от 0,87 $\checkmark$ 10 <sup>6</sup> до 17,3 $\checkmark$ 10 <sup>6</sup>	±( $\delta_v$ <sup>3)</sup> + 1,0) % (отн.) <sup>4)</sup>
Пары воды (H <sub>2</sub> O) <sup>6)</sup>	% (об.)	от 0 до 10 включ. св. 10 до 20	±25 % (прив.) <sup>5)</sup> ±25 % (отн.)
Кислород (O <sub>2</sub> ) <sup>7)</sup>	% (об.)	от 0 до 5 включ. св.5 до 25	±0,25 % (об.) ± 5 % (отн.)
Диоксид углерода (CO <sub>2</sub> )	% (об.)	от 0 до 5 % (об.) включ. св. 5 до 30 % (об.)	± 0,5 % об ±10 % (отн.)

<sup>1)</sup> Расчетное значение с учетом конструкции измерительного сечения дымовой трубы и скорости газового потока от 2,5 до 50 м/с.  
<sup>2)</sup> Диапазон показаний по каналу объемного расхода составляет от 0 до 17,3 · 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>/ч.  
<sup>3)</sup>  $\delta_v$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости газового потока, %.  
<sup>4)</sup> Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода газового потока нормированы с учетом погрешности измерения скорости газового потока и площади сечения трубы.  
<sup>5)</sup> Приведенные к верхнему пределу диапазона измерений.  
<sup>6)</sup> Для приведения расхода анализируемой пробы к «сухому» газу.  
<sup>7)</sup> Для приведения объемной доли O<sub>2</sub> к стандартному значению.

Таблица 8 – Основные технические характеристики системы

Наименование характеристики	Значение
Напряжение питания от сети переменного тока частотой (50±1) Гц, В	380±38
Потребляемая мощность, кВт, не более	24,7
Средняя наработка на отказ в условиях эксплуатации, с учетом технического обслуживания, ч (при доверительной вероятности P=0,95)	24000
Средний срок службы, лет	10
Габаритные размеры контейнера системы, мм, не более	
длина	3300
ширина	2200
высота	2650
Масса, кг, не более	4000
Условия окружающей среды: диапазон температуры диапазон атмосферного давления относительная влажность (при температуре 35 °С и (или) более низких температурах (без конденсации влаги)	от -40 °С до +40 °С от 84 до 106,7 кПа;  от 30 % до 98 %

Продолжение таблицы 8

Наименование характеристики	Значение
Условия эксплуатации (внутри контейнеров): диапазон температуры относительная влажность (без конденсации влаги) диапазон атмосферного давления	от +5 °С до +35 °С до 95 % от 84 до 106,7 кПа
Параметры анализируемого газа на входе в пробоотборный зонд:	
- температура, °С, не более	+250
- объемная доля паров воды (при температуре не более +200 °С, без конденсации влаги), %, не более	20
Параметры газовой пробы на входе в блок аналитический (после блока пробоподготовки):	
- диапазон температуры, °С	от +3 до +5
- массовая концентрация паров воды, г/м <sup>3</sup> , не более	8
- диапазон расхода, дм <sup>3</sup> /мин	от 2 до 7

**Знак утверждения типа**

наносится на табличку, закрепленную на дверце шкафа с контроллером методом наклейки и на титульный лист Руководства по эксплуатации типографским методом.

**Комплектность средства измерений**

Таблица 9 – Комплектность АСИВ Челябинской ТЭЦ-3 дымовой трубы № 1

Наименование	Обозначение	Количество
Система измерений выбросов автоматизированная АСИВ в составе:	зав. № 1	
Термопреобразователь сопротивления МЕТРАН-2000	ТУ 4211-017-51453097-2008	1 шт.
Преобразователь (датчик) давления измерительный EJ* модификация EJX (серия А) модель 510	-	1 шт.
Измеритель расхода и скорости газового потока ИС 14.М	ТУ 4215-007-50570197-2016	1 шт.
Комплекс газоаналитический	ПЭМ-2М.1	1 шт.
Трансмиситтер точки росы	Vaisala DRYCAP® DMT345	1 шт.
ШКАФ контроллерный		1 шт.
Контейнер специализированный	-	1 шт.
Оборудование АСПТ		1 комплект
Программное обеспечение:		
Встроенное ПО контроллера S7-300	S7_ASIV	1 экз.
Автономное ПО панели оператора	ARM_ASIV	1 экз.
Документация:		
Руководство по эксплуатации	А-0799-1-РЭ	1 экз.
Руководство оператора	А-0799-1-РО	1 экз.
Паспорт	А-0799-1.ПС	1 экз.
Методика поверки	МП-242-2257-2018	1 экз.



## **Поверка**

осуществляется по документу МП-242-2257-2018 «ГСИ. Система измерений выбросов автоматизированная АСИВ Челябинской ТЭЦ-3 дымовой трубы № 1. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им Д.И. Менделеева» 26 октября 2018 г.

Основные средства поверки:

– стандартные образцы состава газовых смесей 1-го разряда: ГСО 10540-2014 (O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>), ГСО 10546-2014 (CO/NO/N<sub>2</sub>), ГСО 10546-2014 (NO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>), ГСО 10540-2014 (CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) в баллонах под давлением.

– комплекс переносной измерительный КПИ (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 69364-17) или 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 19387-08);

- средства измерений и вспомогательные устройства в соответствии с МИ «М-МВИ-277-17. Методика измерений массовой концентрации паров воды в промышленных выбросах» регистрационный номер ФР.1.31.2018.30255 (весы лабораторные электронные с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 15 мг в диапазоне взвешивания от 0,2 до 600 г, например, МЛ-06-1 (регистрационный номер 60183-15);

– микроманометр МКВ-2500 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 968-90);

– трубки напорные НИИОГАЗ, Пито и Пито цилиндрическая (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 64221-16);

– мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 1652-99);

– манометр грузопоршневой МП-600, МП-2500 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 47376-11);

– термостат жидкостный серии «ТЕРМОТЕСТ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 39300-08);

– термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 19916-10);

– азот газообразный особой чистоты 1-го или 2-го сорта в баллоне под давлением по ГОСТ 9293-74.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

## **Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в эксплуатационном документе.

## **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе измерений выбросов автоматизированной АСИВ Челябинской ТЭЦ-3 дымовой трубы № 1**

Приказ Минприроды России от № 425 от 07.12.2012 г Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и выполняемых при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности измерений, п.1.2

ГОСТ 13320-81 Газоанализаторы промышленные автоматические. Общие технические условия

ГОСТ Р 50759-95 Анализаторы газов для контроля промышленных и транспортных выбросов. Общие технические условия

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов.  
Общие технические условия  
ГОСТ 8.578-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах  
ИТС 22.1-2016 Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения  
ПНСТ 187-2017 Наилучшие доступные технологии. Автоматические системы непрерывного контроля и учета выбросов вредных (загрязняющих) веществ тепловых электростанций в атмосферный воздух. Основные требования  
Техническая документация изготовителя

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Энрима-Системс»  
(ООО «Энрима-Системс»)  
ИНН 5906124484  
Адрес: 614033, Пермский край, г. Пермь, ул. Куйбышева, д. 118, офис 114  
Телефон/факс: (342) 249-48-38  
E-mail: [info@enrima.ru](mailto:info@enrima.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19  
Телефон: (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14  
Web-сайт: [www.vniim.ru](http://www.vniim.ru)  
E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 23.03.2016 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.