

СОГЛАСОВАНО

Директор

ФБУ «Томский ЦСМ»

Н.В. Мурсалимова

2024 г.



«ГСИ. Система измерительная автоматизированной системы управления технологическим процессом парового котла (котлоагрегата) № 3 Теплоэлектроцентрали АО «Алтай-Кокс». Методика поверки»

МП 498-2024

г. Томск
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на систему измерительную автоматизированной системы управления технологическим процессом парового котла (котлоагрегата) № 3 Теплоэлектроцентрали АО «Алтай-Кокс» (далее - ИС), заводской номер 2, и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта, и периодической поверки при эксплуатации.

1.2 Метрологические характеристики ИС подтверждаются расчетным методом в соответствии с разделом 9 настоящей методики.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемой ИС к Государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Росстандарта от 1 октября 2018 года № 2091;

- ГЭТ 14-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456;

- ГЭТ 154-2019 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах, утвержденной Приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 года № 2315.

Прослеживаемость подтверждается сведениями о положительных результатах поверки средств измерений из состава ИС, содержащихся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФОЕИ).

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ИС

Тип ИК	Диапазон измерений	Первичный измерительный преобразователь	Модуль ввода-вывода аналоговых сигналов	Пределы допускаемой погрешности ИК
ИК давления, разряжения	от 0 до 10 кгс/см ²	Метран-150TG	5X00106G02	$\gamma = \pm 1,3 \%$
	от 0 до 250 кгс/см ²	Метран-150TG		$\gamma = \pm 0,3 \%$
	от 0 до 250 кгс/см ²	Метран-150 ¹⁾		$\gamma = \pm 1,2 \%$
	от 0 до 16 кгс/см ²	Метран-150TG		$\gamma = \pm 3,1 \%$
	от 0 до 630 кгс/м ²	Метран-150CG		$\gamma = \pm 0,6 \%$
	от 0 до 2,5 кПа	Метран -150CD		$\gamma = \pm 0,3 \%$
		Метран-150TG		$\gamma = \pm 0,9 \%$
		Метран -150CG		$\gamma = \pm 0,9 \%$
	от 0 до 16 кПа	Метран -150CD		$\gamma = \pm 1,3 \%$
		Метран -150CD		$\gamma = \pm 0,4 \%$
		Метран -150CG		$\gamma = \pm 0,6 \%$
	от 0 до 63 кПа	Метран -150CD		$\gamma = \pm 1,8 \%$
	от 0 до 630 кгс/м ²	Метран-150CG		$\gamma = \pm 1,5 \%$
	от 0 до 10 кПа	Метран-150TG		$\gamma = \pm 1,0 \%$
	от -50 до +50 кгс/см ²	Метран-150CG		$\gamma = \pm 0,8 \%$
	от 0 до 1600 кгс/м ²	Метран-150CG		$\gamma = \pm 2,9 \%$
	от 0 до 60 кгс/см ²	Метран-150 TGR		$\gamma = \pm 2,0 \%$
	от 0 до 250 кгс/см ²	ДМ5001Г		$\gamma = \pm 0,3 \%$
ИК уровня	от -315 до +315 мм	Метран-150CD		$\gamma = \pm 1,8 \%$
ИК расхода	от 0 до 80000 м ³ /ч	Метран-150CD		
	от 0 до 2,5 т/ч	Метран 150CD		
	от 0 до 6,3 т/ч			

Тип ИК	Диапазон измерений	Первичный измерительный преобразователь	Модуль ввода-вывода аналоговых сигналов	Пределы допускаемой погрешности ИК
	от 0 до 4,0 т/ч	Метран 150CD		$\gamma = \pm 1,3 \%$
	от 0 до 44 м³/ч	Метран 150CD		$\gamma = \pm 0,4 \%$
	от 0 до 500 т/ч	Метран 150CD		$\gamma = \pm 0,3\%$
ИК компонентного состава	от 0,1 до 25,0 % об.	ЭКОН	5X00106G02	$\Delta = \pm 0,12 \%$ об. в диапазоне от 0,1 до 2,5 % об. включ.; $\Delta = \pm 0,6 \%$ об. в диапазоне св. 2,5 до 25,0 % об.
	от 0 до 500 млн ⁻¹ СО	Millennium II Basic M2B-A-A-EM		$\gamma = \pm 10,0 \%$
	от 0 до 100 % НКПР СН ₄	Millennium II Basic M2B-A-A-EM		$\gamma = \pm 6 \%$ в диапазоне от 0 до 50 % НКПР включ.; $\delta = \pm 12 \%$ в диапазоне св. 50 до 100 % НКПР
ИК температуры	от 0 до 800 °С	Метран-2000 ДТПК095	5X00070G05	$\Delta = \pm 3,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (до 333 °С включ.); $\Delta = \pm (1,3+0,0075 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$ (св. 333 до 800 °С)
	от 0 до 600 °С	Метран-2000		$\Delta = \pm 3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (до 300 °С включ.); $\Delta = \pm (1,0+0,0075 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$ (св. 300 до 600 °С)
	от 0 до 400 °С			$\Delta = \pm 3,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (до 333 °С включ.); $\Delta = \pm (1,3+0,0075 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$ (св. 333 до 400 °С)
	от 0 до 150 °С	ТСМ-0193	5X00119G02	$\Delta = \pm (1,0+0,0065 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до 150 °С	ТСМ Метран-203		$\Delta = \pm (1,0+0,005 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до 180 °С			$\Delta = \pm (1,3 + 0,01 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до 150 °С	ТСМ-0196		$\Delta = \pm (1,0 + 0,0065 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до 180 °С	Метран-2000		$\Delta = \pm (1,3 + 0,01 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до 120 °С			$\Delta = \pm (1,0 + 0,01 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до 200 °С			$\Delta = \pm (1,0 + 0,005 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до 500 °С			$\Delta = \pm (1,8 + 0,005 \cdot t) \text{ }^{\circ}\text{C}$

¹⁾ Для ПИП, регистрационный номер в ФИФОЕИ 32854-09.

Примечание - Приняты следующие обозначения: γ – пределы допускаемой относительной погрешности; Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, в единицах измеряемого параметра; δ – пределы приведенной погрешности; t – измеряемая температура, °С

1.5 На основании письменного заявления владельца ИС допускается проводить периодическую поверку отдельных измерительных каналов (ИК) с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении её результатов согласно разделу 10 настоящей методики поверки.

1.6 Если очередной срок поверки средств измерений из состава ИС наступает до очередного срока поверки ИС, поверяется только это средство измерений, при этом поверка ИС не проводится. После поверки средства измерений и восстановления ИК выполняется проверка измерительного канала на работоспособность (на экране автоматизированного рабочего места отображаются данные об измерениях показателей технологического процесса соответствующего ИК).

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки для исполнения при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9

2.2 Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают. ИК, в котором обнаружено несоответствие, бракуется и выполняются действия по разделу 10 настоящей методики.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки характеристики измеряемой среды и условия эксплуатации должны соблюдаться описанию типа.

3.2 Поверку проводят в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С
 - для ПТК от + 15 до + 30;
 - для измерительных преобразователей от + 15 до + 35;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- напряжение питающей сети переменного тока, В от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Определение метрологических характеристик (МХ) ИС проводят расчетным методом. Метрологические характеристики ИС определяют по нормированным метрологическим характеристикам измерительных компонентов в составе ИС, при соблюдении условий, что все измерительные компоненты утвержденных типов и есть сведения об их поверке в ФИФОЕИ с действующим сроком поверки.

4.2 При проведении поверки ИС применяют вспомогательные средства поверки согласно таблице 3.

Таблица 3 – Перечень рекомендуемых вспомогательных средств поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.2 Проверка условий эксплуатации	Средства измерений температуры окружающего воздуха, относительно влажности, атмосферного давления Диапазоны измерений: - температура окружающего воздуха от + 15 до + 35 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С; - относительная влажность воздуха от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешностью при температуре 23 °С ± 2 %; - атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,25$ кПа	Термогигрометр ИВА-6А-Д рег. № 46434-11
	Средства измерений напряжения и частоты питающей сети Диапазон измерений напряжения питающей сети от 198 до 242 В, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,1$ %; Диапазон измерений частоты питающей среды от 49 до 51 Гц, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,01$ Гц	Приборы для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии Энергомонитор 3.3 рег. № 24224-03

4.3 Допускается использовать при поверке другие средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, предусмотренные и принятыми к использованию на Теплоэлектроцентрали АО «Алтай-Кокс» нормативными документами, и требованиями безопасности, указанные в технической документации на ИС.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие ИС следующим требованиям:

- комплектность ИС должна соответствовать данным, приведенным в паспорте ИС;
- маркировка, функциональные надписи, заводской номер ИС должны читаться и восприниматься однозначно, а также соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- все органы коммуникации должны обеспечивать надежность фиксации во всех позициях, соединительные провода и кабели не должны иметь видимых нарушений изоляции;
- на средствах измерений, входящих в состав ИС, не должно быть загрязнений, механических повреждений, дефектов покрытия, препятствующих их применению;

- надписи и обозначения на средствах измерений, входящих в состав ИС, должны быть четкими и соответствовать технической документации на них.

6.2 Результаты поверки положительные, если ИС соответствует приведенным в пункте 6.1 требованиям.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 На поверку ИС представляют следующие документы:

- эксплуатационные документы на ИС;
- паспорт на ИС;
- сведения о поверке на средства измерений, входящие в состав ИС;
- сведения о предыдущей поверке ИС (при наличии).

7.2 Проверка соответствия средств измерений, входящих в ИС

7.2.1 Перечень средств измерений, входящих в ИС, приведен в паспорте на ИС. Проверяют соответствие заводских номеров средств измерений, фактически установленных в ИС, заводским номерам, указанным в паспорте на ИС, и свидетельствах о поверке (с положительным результатом) в ФИФОЕИ, срок действия поверки.

7.2.2 Проверяют правильность расположения и монтажа средств измерений, входящих в ИС, правильность схем подключения, правильность прокладки проводных линий связи по технической документации на ИС.

Результаты проверки положительные, если вся вышеперечисленная документация в наличии, все средства измерений, входящих в ИС, соответствуют указанным в паспорте ИС, имеются записи в ФИФОЕИ о положительных результатах поверки, срок действия результатов поверки не истек. Монтаж средств измерений, входящих в ИС, правильность схем подключения, правильность прокладки проводных линий связи соответствует технической документации на ИС.

Сведения результатов поверки средств измерений, входящих в ИС, заносят в таблицу протокола поверки.

7.3 Опробование

7.3.1 Опробование проводят в соответствии с эксплуатационными документами на ИС. При опробовании осуществляют проверку функционирования и исправности линий связи средств измерений, входящих в состав ИС, с АРМ оператора путем визуального наблюдения текущих значений параметров технологического процесса парового котла (котлоагрегата) № 3 Теплоэлектроцентрали АО «Алтай-Кокс» и архивных данных в установленных единицах и диапазонах измерений.

7.3.2 Результаты проверки положительные, если работа ИС проходит в соответствии с эксплуатационной документацией, на АРМ оператора отображается информация о текущих и архивных значениях параметров технологического процесса, ИС не выдает никаких сведений об ошибках, на экране АРМ выводятся текущие результаты измерений параметров технологического процесса с указанием даты и времени,

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Метрологически значимой частью программного обеспечения (ПО) ИС является ПО комплекса программно-технического «Овация» (ПТК). ПО АРМ осуществляет визуализацию результатов измерений и задания уровней воспроизводимых сигналов.

8.2 Для проверки номера версии ПО открыть программный комплекс «Автоматизированной системы управления технологическим процессом парового котла (котлоагрегата) № 3 Теплоэлектроцентрали АО «Алтай-Кокс» и просмотреть сведения о ПО.

8.3 Результат проверки положительный, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, приведенным в описании типа.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Метрологические характеристики ИС определяют расчётным методом (согласно МИ 2439) по каждому ИК. Определение МХ средств измерений, входящих в состав ИС (компоненты ИК), выполняют при их поверке в соответствии с утверждённой методикой поверки на каждый тип средства измерений.

9.2 Проверяют условия эксплуатации на соответствие пункта 3.2 настоящей методики поверки. При расчётах оценивают погрешность ИК в условиях эксплуатации.

9.3 Погрешность ИК нормируют в той форме, в которой приведены погрешности первичных измерительных преобразователей.

1) Границы абсолютной погрешности ИК $\Delta_{ИК}$, единица величины, определяют исходя из состава ИК по формуле (1):

$$\Delta_{ИК} = \Delta_{пип} + \Delta_{м} + \Delta_{лс} + \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^l \Delta_{\partial kj}, \quad (1)$$

где $\Delta_{пип}$ - основная абсолютная погрешность первичного измерительного преобразователя температуры, единица величины;

$\Delta_{м}$ - основная абсолютная погрешность модуля ввода ПТК, единица величины;

$\Delta_{лс}$ - абсолютная погрешность линии связи, единица величины;

$\Delta_{\partial kj}$ - абсолютная дополнительная погрешность k -го компонента ИК от j -й влияющей величины, единица величины.

n - число компонентов;

l - число влияющих величин.

Погрешность линии связи ($\Delta_{лс}$, единица величины) определяется потерями в линиях связи. Между измерительными и комплексными компонентами линии связи (ЛС) построены из кабелей контрольных и/или кабелей управления. Параметры линий связи удовлетворяют требованиям ГОСТ 18404.0 и ГОСТ 26411. Длина линий связи небольшая, входное сопротивление ПТК велико, поэтому потери в ЛС пренебрежимо малы. Принимается погрешность линии связи ($\Delta_{лс}$) во всех ИК ИС равной нулю.

Для расчёта погрешности ИК по формуле (1) погрешность компонента ИК переводят в абсолютную форму (Δ , единица величины) для случая её представления в приведённой форме (γ , %) по формуле (2):

$$\Delta = \gamma \cdot \frac{X_{В} - X_{Н}}{100}, \quad (2)$$

где $X_{В}, X_{Н}$ - верхний и нижний пределы измерений компонента ИК, единица величины.

Для модулей ввода аналоговых сигналов с диапазоном входного сигнала от 4 до 20 мА, погрешность которых нормирована в приведённой форме, необходимо определить значение силы тока, соответствующей номинальному значению. Расчёт значения силы тока ($I_{номі}$, мА), соответствующей номинальному значению измеряемой величины $X_{номі}$, единица измеряемой величины, проводят по формуле (3):

$$I_{номі} = \frac{D_{сигнала} \cdot X_{номі}}{D_{мин}} + I_{мин}, \quad (3)$$

где $D_{сигнала}$ - разница между верхним и нижним пределами диапазона измерений входного сигнала ПТК, мА;

$D_{мин}$ - разница между верхним и нижним пределами диапазона измерений преобразователей (в тех же единицах, что и $X_{номі}$);

I_{\min} – минимальный предел диапазона сигнала силы постоянного тока, соответствующий значению 4 мА.

Числовые значения пределов диапазонов измерений первичных измерительных преобразователей приведены в эксплуатационной документации (паспорт) на них.

2) Границы относительной погрешности ИК ($\delta_{\text{ИК}}$, %), вычисляют по формуле (4):

$$\delta_{\text{ИК}} = K \cdot \sqrt{\delta_{\text{пип}}^2 + \delta_{\text{м}}^2 + \delta_{\text{алг}}^2 + \delta_{\text{лс}}^2 + \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^l \delta_{\text{джк}}^2}, \quad (4)$$

где $K = 1,2$;

$\delta_{\text{пип}}$ – основная относительная погрешность ПИП, %;

$\delta_{\text{м}}$ – основная относительная погрешность модуля ПТК, %;

$\delta_{\text{алг}}$ – относительная погрешность алгоритма расчета, %;

$\delta_{\text{лс}}$ – относительная погрешность линии связи, % ($\delta_{\text{лс}} = 0$);

$\delta_{\text{джк}}$ – дополнительная относительная погрешность k -го компонента ИК от j -й влияющей величины, %.

Относительную погрешность алгоритма расчета для ПТК в соответствии с описанием типа принимают равной нулю.

Для расчёта погрешности ИК по формуле (4) погрешность компонента ИК переводят в относительную форму (δ , %) для случая её представления в абсолютной или приведённой формах по формуле (5):

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\text{ном}}} \cdot 100 = \gamma \cdot \frac{X_{\text{в}} - X_{\text{н}}}{X_{\text{ном}}}, \quad (5)$$

где Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности компонента ИК, единица величины;

γ – пределы допускаемой приведённой погрешности компонента ИК, нормированной для диапазона измерений;

$X_{\text{в}}, X_{\text{н}}$ – верхний и нижний пределы измерений компонента ИК (в тех же единицах, что и $X_{\text{ном}}$);

$X_{\text{ном}}$ – номинальное значение измеряемой величины, для которой рассчитывают границы относительной погрешности измерений, единица измеряемой величины.

П р и м е ч а н и е – Если приведённая погрешность γ нормирована для верхнего предела измерений, то $X_{\text{н}}$ принимают равной нулю.

В соответствии с ГОСТ 8.508 относительную погрешность вычисляют в точках $X_{\text{ном}i}$, соответствующих 5, 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений и выбирают максимальное из полученных значений ($i=1, \dots, 5$).

3) Границы основной приведённой погрешности ИК ($\gamma_{\text{ИК}}$, %) определяют следующим образом:

а) переводят погрешность компонентов ИК из приведённой формы в относительную форму по формуле (5) в точках $X_{\text{ном}i}$, соответствующих 5, 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений;

б) вычисляют по формуле (5) основную относительную погрешность ИК ($\delta_{\text{ИК}}$, %) для каждой i -ой точки диапазона измерений;

в) переводят значения погрешности ИК, соответствующие i -ым точкам диапазона, из относительной формы в приведённую по формуле (6):

$$\gamma_i = \frac{\delta_{\text{ИКосн}} \cdot X_{\text{ном}i}}{X_{\text{В}} - X_{\text{Н}}}, \quad (6)$$

г) выбирают из пяти значений, полученных по формуле (6), максимальное и приписывают его основной приведённой погрешности ИК.

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результаты поверки ИС считаются положительными, если:

- на экране монитора АРМ отображаются данные об измерениях показателей технологического процесса соответствующего ИК;

- диапазон измерений и погрешность каждого ИК находятся в диапазонах, установленных при утверждении типа.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

10.2 При положительных результатах поверки ИС признают пригодной к применению. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

10.3 При отрицательных результатах поверки в части ИК, в которых обнаружено несоответствие, ИС признают непригодной к эксплуатации.

10.4 По заявлению владельца ИС при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

10.5 Сведения о результатах поверки средства измерений направляют в ФИФОЕИ в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки (количестве ИК, прошедших поверку).