

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

М.п.

» 10 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплекс программно-технический АСУТП котлоагрегата № 6
филиала «Гусиноозёрская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-1018-2025

Москва
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплекс программно-технический АСУТП котлоагрегата № 6 филиала «Гусиноозёрская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация» (далее – комплекс), заводской номер 3903 и устанавливает методы его первичной и периодической поверки.

1.2 При определении метрологических характеристик комплекса в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц:

- электрического сопротивления в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее – ГПС) для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года, подтверждающей прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014;

- силы постоянного электрического тока 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 года, подтверждающей прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91;

- электрического напряжения в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1520 от 28 июля 2023 года, подтверждающей прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023.

1.3 Метрологические характеристики комплекса подтверждаются непосредственным сличением с основными средствами поверки.

1.4 Допускается проведение поверки комплекса в части отдельных измерительных каналов (далее – ИК), в соответствии с заявлением владельца комплекса или лица, представившего комплекс на поверку, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложение А.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	при первичной поверке	при периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	при первичной поверке	при периодической поверке	
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входных сигналов силы постоянного тока	Да	Да	9.1
Определение абсолютной погрешности ИК входных сигналов термопреобразователей сопротивления	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности ИК входных сигналов термопар	Да	Да	9.3
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК выходных сигналов силы постоянного тока	Да	Да	9.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9.5

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +10 до +40
- относительная влажность, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,0

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки комплекса применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
9	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда и выше согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 (в диапазоне воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 20 мА, в диапазоне измерения силы постоянного тока от 4 до 20 мА, соотношение показателей точности эталона и средства измерений должно быть не более 1/2)	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6(-R), рег. № 52489-13 (далее – калибратор)
9	Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019, в диапазоне сопротивления постоянному току: от плюс 30 до плюс 320 Ом; соотношение показателей точности эталона и средства измерений должно быть не более 1/2	Калибратор
9	Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023, в диапазонах напряжения постоянного тока: от минус 1 до плюс 50 мВ; соотношение показателей точности эталона и средства измерений должно быть не более 1/2	Калибратор
Вспомогательное оборудование		
Средства измерений для контроля условий поверки		
6 – 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +10 °С до +40 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±0,5 °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
6 – 9	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 5 % до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±5 %	
6 – 9	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84,0 до 106,0 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,5 кПа	
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p>		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и комплекса, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки средства измерений, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы комплекса и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра комплекса устанавливают:

- соответствие заводского номера на маркировочной табличке и в формуляре;
- соответствие комплектности комплекса формуляру и описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, а также узлов и деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- наличие маркировки и надписей, относящиеся к местам присоединения и управления;
- исправность устройств для присоединения внешних электрических цепей.

6.2 Результаты поверки по пункту 6 считают положительными, если:

- заводской номер комплекса на маркировочной табличке соответствует указанному в формуляре;
- комплектность комплекса соответствует формуляру и описанию типа;
- отсутствуют внешние повреждения, а также узлы и детали с ослабленным или неисправным креплением;
- имеются маркировка и надписи, относящиеся к местам присоединения и управления.

6.3 При получении отрицательных результатов внешнего осмотра СИ поверку комплекса прекращают.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

7.1.1 Комплекс и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов, если они находились в условиях, отличных от указанных в разделе 3.

7.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами.

7.2 Опробование.

7.2.1 При опробовании выполняют следующие работы:

- комплекс включают в сеть в соответствии с указаниями, приведенными в эксплуатационных документах;
- через одну минуту после включения убеждаются, что горят индикаторы «PWR» и «RUN» на модулях источника питания и центрального процессора, а также индикаторы «RUN» на всех модулях ввода/вывода.

7.2.2 Результаты опробования считают положительными, если через одну минуту после включения комплекса горят индикаторы «PWR» и «RUN» на модулях источника питания и центрального процессора, а также индикаторы «RUN» на всех модулях ввода/вывода.

7.2.3 При получении отрицательных результатов опробования поверку комплекса прекращают.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) комплекса проводят сравнением

идентификационных данных ПО комплекса с идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа комплекса.

8.2 Идентификационные данные ПО модулей ввода/вывода проверяют следующим образом:

8.2.1 Запускают на компьютере рабочей станции оператора среду разработки «Epsilon LD/Astra.IDE».

8.2.2 Открывают редактор модуля ввода/вывода, для которого необходимо узнать версию ПО, и в поле «FW version current» («Текущая версия прошивки») смотрят текущую версию ПО.

8.3 Идентификационные данные ПО среды исполнения проверяют следующим образом:

8.3.1 Открывают вкладку «Сервис ПЛК», нажимают кнопку «Обновить», в подразделе «Общая информация», смотрят наименование и версию ПО среды исполнения.

8.4 Результаты поверки по пункту 8 считают положительными, если идентификационные данные ПО комплекса соответствуют идентификационным данным, отраженным в описании типа.

8.5 При получении отрицательных результатов по 8 проверку ПО комплекса прекращают.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входных сигналов силы постоянного тока

9.1.1 Отключают первичный измерительный преобразователь ИК (при наличии) и на вход линий связи соответствующего ИК комплекса подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения электрического сигнала силы постоянного тока, в соответствии с эксплуатационными документами.

9.1.2 Для поверки выбирают не менее пяти контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону измерений входных сигналов силы постоянного тока 0 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 % от диапазона измерений.

9.1.3 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока для первой контрольной точки.

9.1.4 С компьютера рабочей станции оператора, подключенного к комплексу, считывают значения входного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешности ИК входных сигналов силы постоянного тока γ_1 , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям комплекса, мА;

$I_{\text{эт}}$ – показание калибратора в контрольной точке, мА;

$I_{\text{макс}}$, $I_{\text{мин}}$ – максимальное и минимальное значения границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мА.

9.1.5 Для комплекса, у которого показания можно посмотреть только в единицах технологического параметра:

а) при линейной функции преобразования значение силы тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{мин}}) + I_{\text{мин}}, \quad (2)$$

где $X_{\text{макс}}$ – настроенный верхний предел измерений ИК, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{мин}}$ – настроенный нижний предел измерений ИК, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, в абсолютных единицах измерений. Считывают с монитора компьютера рабочей станции оператора, подключенного к комплексу.

б) при квадратичной функции преобразования значение силы тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \left(\frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{мин}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}} \right)^2 \cdot (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) + I_{\text{мин}}. \quad (3)$$

9.1.6 Повторяют операции по пунктам 9.1.3–9.1.5 для остальных контрольных точек.

9.2 Определение абсолютной погрешности ИК входных сигналов термопреобразователей сопротивления

9.2.1 Отключают термопреобразователь сопротивления и на вход линий связи соответствующего ИК комплекса подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления или в режим воспроизведения сигнала сопротивления постоянному току, в соответствии с эксплуатационными документами и установленной для ИК схемой подключения (3-х проводная или 4-х проводная схема).

9.2.2 Для проверки выбирают не менее пяти контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону измерений в температурном эквиваленте 0 % – 5 %; 25 %; 50 %; 75 %; 95 % – 100 % от диапазона измерений.

9.2.3 С помощью калибратора устанавливают значение сопротивления для первой контрольной точки $R_{\text{эт}}$, Ом, соответствующее значению температуры $t_{\text{эт}}$, °С, с учетом настроенного для ИК типа НСХ термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009.

9.2.4 С компьютера рабочей станции оператора, подключенного к комплексу, считывают значение входного сигнала термопреобразователей сопротивления и в каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность $\Delta_{\text{ТС}}$, °С, по формуле

$$\Delta_{\text{ТС}} = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{изм}}$ – значение температуры, измеренное комплексом, °С;

$t_{\text{эт}}$ – значение сигнала термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте, соответствующее сопротивлению $R_{\text{эт}}$ (с учетом настроенного для ИК типа НСХ термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009), °С.

9.2.5 Повторяют операции по пунктам 9.2.3–9.2.4 для остальных контрольных точек.

9.3 Определение абсолютной погрешности ИК входных сигналов термопар

9.3.1 Отключают термопару и на вход линий связи соответствующего ИК комплекса подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопар, в соответствии с эксплуатационными документами.

9.3.2 Для проверки выбирают не менее пяти контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону измерений в температурном эквиваленте 0 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 % от диапазона измерений.

9.3.3 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал термопар в температурном эквиваленте с учетом настроенного для ИК типа НСХ термопары по ГОСТ Р 8.585–2001 для первой контрольной точки.

9.3.4 С компьютера рабочей станции оператора, подключенного к комплексу, считывают значения входного сигнала термопар и в каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность ИК входных сигналов термопар $\Delta_{\text{ТП}}$, °С, по формуле

$$\Delta_{\text{ТП}} = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (5)$$

где $t_{\text{изм}}$ – значение температуры по показаниям комплекса, °С;

$t_{\text{эт}}$ – значение сигнала термопар в температурном эквиваленте, заданное калибратором (с учетом настроенного для ИК типа НСХ термопары по ГОСТ Р 8.585–2001), °С.

9.3.5 Повторяют операции по пунктам 9.3.3–9.3.4 для остальных контрольных точек.

Примечание – При проведении операций поверки по 9.3 настраивают в соответствии с руководством по эксплуатации калибратора автоматическую компенсацию температуры холодного спаива в калибраторе.

9.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК выходных сигналов силы постоянного тока

9.4.1 Отключают управляемое устройство ИК (при наличии) и на вход линий связи соответствующего ИК комплекса подключают калибратор, установленный в режим измерений аналогового сигнала силы постоянного тока, в соответствии с эксплуатационными документами.

9.4.2 С компьютера рабочей станции оператора, подключенного к комплексу, устанавливают значения выходного аналогового сигнала силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 % диапазона воспроизведения выходных сигналов силы постоянного тока.

9.4.3 С помощью калибратора измеряют аналоговый сигнал силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность ИК выходных сигналов силы постоянного тока $\gamma_{\text{ВЫХ}}$, %, по формуле

$$\gamma_{\text{ВЫХ}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $I_{\text{зад}}$ – значение силы постоянного тока, задаваемого комплексом, мА;

$I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА.

9.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.5.1 Комплекс соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки комплекса считают положительными, если:

- рассчитанные по формуле (1) значения приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входных сигналов силы постоянного тока не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А методики поверки;

- рассчитанные по формуле (4) значения абсолютной погрешности ИК входных сигналов термопреобразователей сопротивления не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А методики поверки;

- рассчитанные по формуле (5) значения абсолютной погрешности ИК входных сигналов термомпар не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А методики поверки;

- рассчитанные по формуле (6) значения приведенной к диапазону измерений погрешности ИК выходных сигналов силы постоянного тока не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А методики поверки;

Примечание – При поверке комплекса в соответствии с пунктом 1.4 настоящей методики поверки выполнение условий по пункту 9.5.1 проверяют с учетом объема проводимой поверки.

9.5.2 В случае невыполнения условий по пункту 9.5.1 результаты поверки комплекса считают отрицательными.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием объема проведенной поверки, даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

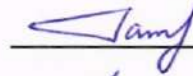
10.2 При положительных результатах поверки комплекс признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки и объеме поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки, а также указывается объем поверки.

10.3 При отрицательных результатах поверки комплекса признается непригодной к

применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

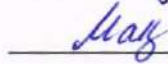
10.4 Пломбирование комплекса не предусмотрено.

Ведущий инженер по метрологии



И.Р. Гатиятуллин

Инженер по метрологии



А.В. Макаров

**Приложение А
(обязательное)**

Метрологические характеристики комплекса

Таблица А.1 – Метрологические характеристики комплекса

Тип ИК	Диапазон измерений	Тип модулей ввода/вывода аналоговых сигналов	Пределы допускаемой погрешности
ИК входных сигналов силы постоянного тока	от 0 до 5 мА	R500 AI 08 052	$\gamma: \pm 0,43 \%$
	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА		$\gamma: \pm 0,13 \%$
ИК входных сигналов термопреобразователей сопротивления	Сигналы (Ом) термопреобразователей сопротивления с НСХ Pt100 ¹⁾ ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от 0 °С до +100 °С, от 0 °С до +600 °С НСХ 50М ¹⁾ ($\alpha=0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от -50 °С до +150 °С, от 0 °С до +100 °С, от -50 °С до +200 °С НСХ 50М ¹⁾ ($\alpha=0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от -50 °С до +150 °С, от 0 °С до +100 °С, от -50 °С до +200 °С НСХ 50П ¹⁾ ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от 0 °С до +400 °С, НСХ 100П ¹⁾ ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от 0 °С до +600 °С	R500 AI 08 131	$\Delta: \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (четырёхпроводная схема подключения); $\Delta: \pm 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ (трехпроводная схема подключения)
ИК входных сигналов термопар	Сигналы (мВ) термопар с НСХ ТХА (К) ²⁾ в диапазонах измерений: от 0 °С до +300 °С, от 0 °С до +600 °С ³⁾	R500 AI 08 131	$\Delta: \pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}^3)$
	Сигналы (мВ) термопар с НСХ ТХК (L) ²⁾ в диапазонах измерений: от 0 °С до +100 °С, от 0 °С до +300 °С, от 0 °С до +600 °С		$\Delta: \pm 2,0 \text{ } ^\circ\text{C}^3)$
ИК выходных сигналов силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	R500 AO 08 031	$\gamma: \pm 0,1375 \%$

Тип ИК	Диапазон измерений	Тип модулей ввода/вывода аналоговых сигналов	Пределы допускаемой погрешности
<p>1) В соответствии с ГОСТ 6651–2009;</p> <p>2) В соответствии с ГОСТ Р 8.585–2001;</p> <p>3) Пределы допускаемой погрешности измерений ИК входных сигналов термодпар указаны с учетом погрешности компенсации температуры холодного спая термодпары. Компенсация температуры холодного спая термодпары выполняется с использованием встроенного в модуль датчик температуры.</p> <p>Приняты следующие обозначения:</p> <p>γ – приведенная к диапазону измерений погрешность;</p> <p>Δ – абсолютная погрешность;</p> <p>α – температурный коэффициент термопреобразователей сопротивления.</p> <p>Приняты следующие сокращения:</p> <p>НСХ – номинальная статическая характеристика.</p>			