

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов



09 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплекс программно-технический АСУТП энергоблока ст.№ 2
филиала «Харанорская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-941-2025

Москва
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплекс программно-технический АСУТП энергоблока ст.№2 филиала «Харанорская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация» (далее – комплекс), заводской номер 3829 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 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 определяют на месте эксплуатации с помощью средств поверки методом прямых измерений.

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
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.2

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	
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-разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018	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 термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте: (от -200 до +850) °C (Pt100) (Pt50) (от -180 до +200) °C (50M)	Калибратор
9	Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023, в диапазонах напряжения постоянного тока (ТЭДС) термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте: (от -200 до +1370) °C (тип К) (от -200 до +800) °C (тип L)	Калибратор
Вспомогательное оборудование		
7 – 9	–	Персональный компьютер с программным обеспечением «Epsilon LD/Astra.IDE»
Средства измерений для контроля условий поверки		
6 – 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений (от +10 до +40) °C, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °C	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 $\pm 0,5$ кПа	
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.		

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 руководстве по эксплуатации;
- 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 прикладного ПО проверяют следующим образом:

8.2.1 На панели оператора комплекса открывают вкладку «Диагностика REGUL» и проверяют текущую версию ПО.

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

8.3.1 Запускают на персональном компьютере среду разработки «Epsilon LD/Astra.IDE».

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

8.4 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 к соответствующему ИК комплекса с учетом линии связи подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения электрического сигнала силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.2 С помощью калибратора задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 % диапазона измерений сигналов силы постоянного тока.

9.1.3 С персонального компьютера, 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.

9.1.4 Если показания комплекса можно просмотреть только в единицах технологического параметра, то:

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 персонального компьютера, подключенного к комплексу.

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

$$I_{\text{ИЗМ}} = \left(\frac{X_{\text{ИЗМ}} - X_{\text{МИН}}}{X_{\text{МАКС}} - X_{\text{МИН}}} \right)^2 \cdot (I_{\text{МАКС}} - I_{\text{МИН}}) + I_{\text{МИН}}. \quad (3)$$

9.2 Определение абсолютной погрешности ИК входных сигналов термопреобразователей сопротивления

9.2.1 Отключают первичный измерительный преобразователь ИК (при наличии) и к соответствующему ИК комплекса с учетом линии связи подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 с номинальной статической характеристикой: Pt100 ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), 50М ($\alpha=0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) или ($\alpha=0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), Pt50 ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) (в зависимости от настройки ИК), в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.2 С помощью калибратора задают сигналы термопреобразователей. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0 % – 5 %; 25 %; 50 %; 75 %; 95 % – 100 % диапазона измерений сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009.

9.2.3 С персонального компьютера, подключенного к комплексу, считывают значения входного сигнала термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 и в каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность ИК входных сигналов термопреобразователей сопротивления $\Delta_{\text{ТС}}$, $^\circ\text{C}$, по формуле

$$\Delta_{\text{ТС}} = t_{\text{ИЗМ}} - t_{\text{ЭТ}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{ИЗМ}}$ – значение температуры по показаниям комплекса, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{ЭТ}}$ – показание калибратора в контрольной точке, $^\circ\text{C}$.

9.3 Определение абсолютной погрешности ИК входных сигналов термопар

9.3.1 Отключают первичный измерительный преобразователь ИК (при наличии) и к соответствующему ИК комплекса с учетом линии связи, подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3.2 С персонального компьютера, подключенного к комплексу, считывают значение температуры холодного спая для ИК и вводят его в калибратор как значение компенсации

температуры холодного спая термопары, при этом компенсацию температуры холодного спая в комплексе отключают.

9.3.3 С помощью калибратора задают сигналы термопар типа К или L (в зависимости от настройки ИК) по ГОСТ Р 8.585–2001. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0 %; 25 %; 50 %; 75 %; 100 % диапазона измерений сигналов термопар типа К или L (в зависимости от настройки ИК) по ГОСТ Р 8.585–2001.

9.3.4 С персонального компьютера, 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;

$t_{\text{эт}}$ – показание калибратора в контрольной точке, °С.

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

9.4.1 Отключают управляемое устройство ИК (при наличии) и к соответствующему ИК комплекса, с учетом линии связи, подключают калибратор, установленный в режим измерений аналогового сигнала силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.4.2 С персонального компьютера, 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 термопар 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.

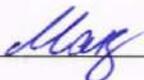
10.4 Пломбирование комплекса не предусмотрено.

Инженер по метрологии



Л.Р. Муртазин

Инженер по метрологии



А.В. Макаров

**Приложение А
(обязательное)**

Метрологические характеристики комплекса

Таблица А.1 – Метрологические характеристики комплекса

Тип измерительного канала (далее – ИК)	Диапазон измерений	Тип модулей ввода/вывода аналоговых сигналов и обработки данных	Пределы допускаемой погрешности
ИК входных сигналов силы постоянного тока	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА	R500 AI 08 052	$\gamma: \pm 0,13 \%$
ИК входных сигналов термопреобразователей сопротивления	<p align="center">Сигналы (Ом) термопреобразователей сопротивления с НСХ Pt100¹⁾ ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от -30 °С до +110 °С, от 0 °С до +100 °С, от -30 °С до +200 °С, от -30 °С до +620 °С</p> <p align="center">НСХ 50М¹⁾ ($\alpha=0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от -50 °С до +110 °С, от -30 °С до +110 °С, от -30 °С до +140 °С, от -30 °С до +160 °С, от -30 °С до +200 °С</p> <p align="center">НСХ 50М¹⁾ ($\alpha=0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от -50 °С до +110 °С, от -30 °С до +110 °С, от -30 °С до +160 °С, от -30 °С до +200 °С</p> <p align="center">НСХ Pt50¹⁾ ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от -30 °С до +110 °С, от -30 °С до +160 °С, от -30 °С до +220 °С, от -30 °С до +330 °С, от -30 °С до +440 °С, от -30 °С до +660 °С</p>	R500 AI 08 131	<p align="center">$\Delta: \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (четырёхпроводная схема подключения); $\Delta: \pm 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ (трехпроводная схема подключения)</p>

Тип измерительного канала (далее – ИК)	Диапазон измерений	Тип модулей ввода/вывода аналоговых сигналов и обработки данных	Пределы допускаемой погрешности
ИК входных сигналов термопар	Сигналы (мВ) термопар с НСХ ТХА (К) ²⁾ в диапазонах измерений: от -30 °С до +300 °С, от -30 °С до +440 °С, от -30 °С до +660 °С, от -30 °С до +1100 °С	R500 AI 08 131	Δ: ±2,5 °С
	Сигналы (мВ) термопар с НСХ ТХК (L) ²⁾ в диапазонах измерений: от -30 °С до +200 °С, от -30 °С до +220 °С, от -30 °С до +330 °С, от -30 °С до +400 °С, от -30 °С до +440 °С, от -30 °С до +660 °С		Δ: ±2,0 °С
ИК входных сигналов термопар	Сигналы (мВ) термопар с НСХ ТХА (К) ²⁾ в диапазонах измерений: от -30 °С до +440 °С, от -30 °С до +660 °С, от -30 °С до +1100 °С	R500 AI 08 031	Δ: ±2,5 °С
ИК выходных сигналов силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	R500 AO 08 031	γ: ±0,1375 %
<p>1) В соответствии с ГОСТ 6651–2009;</p> <p>2) В соответствии с ГОСТ Р 8.585–2001.</p> <p>Приняты следующие обозначения: γ – приведенная к диапазону измерений погрешность; Δ – абсолютная погрешность; α – температурный коэффициент термопреобразователей сопротивления.</p> <p>Приняты следующие сокращения: НСХ – номинальная статическая характеристика.</p>			