

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
Комплекс программно-технический САУ ГТУ-2 Маяковской ТЭС

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-1022-2025

Москва
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплекс программно-технический САУ ГТУ-2 Маяковской ТЭС (далее – комплекс), заводской номер 3886.25.001 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, подтверждающая 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, подтверждающая 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, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023.

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

1.4 Допускается проведение поверки комплекса в части отдельных измерительных каналов (далее – ИК), на меньшем числе поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением владельца комплекса или лица, представившего комплекса 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 выполняются 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 погрешности измерений 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 напряжения 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 +15 до +25
- 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 № 2091 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6(-R), рег. № 52489-13 (далее – калибратор)
9	Рабочий эталон 3-го разряда согласно ГПС, утвержденной Приказом № 1520 в диапазонах напряжения постоянного тока от минус 10 до плюс 10 В	Калибратор
9	Рабочий эталон 4-го разряда согласно ГПС, утвержденной Приказом № 3456 в диапазоне сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте: от минус 200 °С до плюс 850 °С (Pt100)	Калибратор
9	Рабочий эталон 3-го разряда согласно ГПС, утвержденной Приказом № 1520 в диапазонах напряжения постоянного тока (ТЭДС) термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте: от минус 200 °С до плюс 1370 °С (тип К)	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 плюс 15 °С до плюс 25 °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 %	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Средства измерений для контроля условий поверки		
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	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
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 паспорту 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 паспорту 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.

7.3 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.

7.4 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.

7.5 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 смотрят 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») проверяют текущую версию ПО.

8.4 Результаты проверки программного обеспечения средства измерений считают положительными, если идентификационные данные ПО комплекса соответствуют идентификационным данным, отраженным в описании типа.

8.5 При получении отрицательных результатов по 8 поверку 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, на вход модулей ввода/вывода аналоговых сигналов и обработки данных (далее – модуль) R500 AI 08 052, 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 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % 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

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

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_{max} – максимальное и минимальное значения границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мА.
 I_{min}

9.1.4 Если показания комплекса можно просмотреть только в единицах технологического параметра, то при линейной функции преобразования значения тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{16}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + 4, \quad (2)$$

где X_{max} – настроенный верхний предел измерений ИК, в абсолютных единицах измерений;
 X_{min} – 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.

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, на вход модулей R500 AI 08 031, подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 с номинальной статической характеристикой Pt100 ($\alpha=0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.2 С помощью калибратора задают сигналы термопреобразователей сопротивления. 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

$$\Delta_{\text{ТС}} = t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}, \quad (3)$$

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, на вход модулей R500 AI 08 031, подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3.2 С помощью калибратора задают сигналы термопар типа К по ГОСТ Р 8.585–2001. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % диапазона измерений сигналов термопар типа К по ГОСТ Р 8.585–2001.

9.3.3 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

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

где $t_{\text{изм}}$ – значение температуры по показаниям комплекса, °С;
 $t_{\text{эт}}$ – показание калибратора в контрольной точке, °С.

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

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

9.4.1 Отключают управляемое устройство ИК (при наличии) и к соответствующему ИК комплекса, к выходу модулей R500 АО 08 031, подключают калибратор, установленный в режим измерений аналогового сигнала напряжения постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.4.2 С персонального компьютера, подключенного к комплексу, устанавливают значения выходного аналогового сигнала напряжения постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % диапазона выходного аналогового сигнала напряжения постоянного тока от -10 до 10 В.

9.4.3 С экрана калибратора считывают значения воспроизводимого аналогового сигнала напряжения постоянного тока от -10 до 10 В и в каждой реперной точке рассчитывают основную приведенную к диапазону измерений погрешности воспроизведения аналоговых сигналов напряжения постоянного тока $\gamma_{\text{вых}}$, %, по формуле

$$\gamma_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{зад}} - U_{\text{эт}}}{20} \cdot 100, \quad (5)$$

где $U_{\text{зад}}$ – значение напряжения постоянного тока, соответствующее воспроизводимому параметру комплекса в i -ой реперной точке, В;

$U_{\text{эт}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное калибратором, В.

9.4.4 Если показания комплекса нельзя просмотреть в В, то при линейной функции преобразования значение тока $U_{\text{зад}}$, В, рассчитывают по формуле

$$U_{\text{зад}} = \frac{20}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{зад}} - X_{\text{min}}) - 10, \quad (6)$$

где X_{max} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала напряжения постоянного тока от минус 10 до плюс 10 В, в абсолютных единицах измерений;

X_{min} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала напряжения постоянного тока от минус 10 до плюс 10 В, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{зад}}$ – значение воспроизводимого параметра, в единицах измеряемой величины. Считывают с персонального компьютера.

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

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

- рассчитанные по формуле (5) значения приведенной к диапазону измерений погрешности ИК выходных сигналов напряжения постоянного тока не выходят за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А методики поверки;

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

9.5.2 В случае невыполнения условий по 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 комплекса признается пригодной 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

Приложение А (обязательное)

Метрологические характеристики комплекса

Таблица А.1 – Метрологические характеристики комплекса

Тип измерительного канала	Диапазон измерений	Тип модулей ввода/вывода аналоговых сигналов и обработки данных	Пределы допускаемой погрешности
Измерительный канал (далее – ИК) входных сигналов силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	R500 AI 08 052	$\gamma: \pm 0,1 \%$
ИК входных сигналов термопреобразователей сопротивления	Сигналы (Ом) термопреобразователей сопротивления с НСХ Pt100 ³ ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) в диапазонах измерений: от -50 °С до +100 °С, от -50 °С до +150 °С, от -50 °С до +200 °С, от 0 °С до +100 °С, от -200 °С до +850 °С ¹⁾	R500 AI 08 031	$\Delta: \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (четырёхпроводная схема подключения); $\Delta: \pm 0,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ (трёхпроводная схема подключения)
ИК входных сигналов термомпар	Сигналы (мВ) термомпар с НСХ ТХА (К) ⁴⁾ в диапазонах измерений: от -50 °С до +100 °С, от -50 °С до +200 °С, от -50 °С до +400 °С, от -50 °С до +500 °С, от -50 °С до +700 °С, от 0 °С до +100 °С, от 0 °С до +200 °С, от 0 °С до +500 °С, от -200 до +1370 °С ²⁾	R500 AI 08 031	$\Delta: \pm 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

Тип измерительного канала	Диапазон измерений	Тип модулей ввода/вывода аналоговых сигналов и обработки данных	Пределы допускаемой погрешности
<p>ИК выходных сигналов напряжения постоянного тока</p> <p>1) Указан максимальный диапазон измерений сигналов термопреобразователей сопротивления (зависит от типа подключаемого датчика и настроек ИК).</p> <p>2) Указан максимальный диапазон измерений сигналов термопар (зависит от типа подключаемого датчика и настроек ИК).</p> <p>3) В соответствии с ГОСТ 6651-2009;</p> <p>4) В соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001.</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: НСХ – номинальная статическая характеристика.</p>	от -10 до +10 В	R500 АО 08 031	$\gamma: \pm 0,1 \%$