



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»



В.В. Фефелов

«06» 11 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплекс измерительно-вычислительный управляющий САУ ГТД

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 0605/1-311229-2026

г. Казань
2026

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплекс измерительно-вычислительный управляющий САУ ГТД (далее – комплекс), заводской № 4108 ULGT9E, и устанавливает методику его первичной и периодической поверки.

1.2 Комплекс соответствует требованиям к средству измерений 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 01.10.2018 г. № 2091, и прослеживается к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4–91);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, и прослеживается к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14–2014);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, и прослеживается к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13–2023);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706, и прослеживается к Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения – вольт в диапазоне частот от $3 \cdot 10^7$ до $2 \cdot 10^9$ Гц (ГЭТ 27–2009) и Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот от 10 до $3 \cdot 10^7$ Гц (ГЭТ 89–2008);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, и прослеживается к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1–2022).

1.3 Метрологические характеристики комплекса определяются на месте эксплуатации 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 с обязательным указанием в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ) информации об объеме проведенной поверки.

1.5 В результате поверки комплекса подтверждают метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Тип ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Входной сигнал силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\pm 0,4$ % диапазона измерений
Входной сигнал напряжения переменного тока	от 0 до 7,07 В (скз)	± 1 % диапазона измерений
Входной сигнал частоты следования импульсов	от 0,17 до 20000,00 Гц*	± 1 % измеряемой величины
Входной сигнал термопреобразователей сопротивления	от -51 до +700 °C (HCX** Pt 100, $\alpha=0,00385$ °C ⁻¹)	$\pm 2,2$ °C
Входной сигнал термопар	от -51 до +1093 °C (HCX K)	$\pm 3,5$ °C

Тип ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
Выходной сигнал силы постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\pm 0,5$ % диапазона измерений
* Диапазон показаний от 0 до 20000 Гц. ** НСХ – номинальная статическая характеристика по ГОСТ 6651–2009 для термопреобразователей сопротивления и по ГОСТ Р 8.585–2001 для термопар.		

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входного сигнала силы постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входного сигнала напряжения переменного тока	Да	Да	10.2
Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопар	Да	Да	10.5
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности генерирования сигналов силы постоянного тока	Да	Да	10.6
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку комплекса прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 5 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 35 до 75 %.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, инструкцию по эксплуатации на комплекс, руководства по эксплуатации средств поверки, прошедшие инструктаж по охране труда и инструктаж по технике безопасности в установленном порядке, изучившие требования безопасности, действующие на территории владельца комплекса.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки комплекса применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 8, 9, 10	Средство измерений температуры окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С в диапазоне измерений от 10 до 35 °С	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6А-Д (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 % в диапазоне измерений от 30 до 80 %	
10.1, 10.6	Рабочий эталон 2-го разряда 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 01.10.2018 г. № 2091; соотношение показателей точности эталона и средства измерений должно быть не более 1/2	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), модификация BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
10.2	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706; соотношение показателей точности рабочих эталонов и средств измерений не должно превышать 1/2	Вольтметр универсальный В7-78/1 (регистрационный номер 69742-17 в ФИФОЕИ) (далее – вольтметр)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2	Средство генерирования напряжения переменного тока в диапазоне до 7,07 В (скз), пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала $\pm(0,03 \cdot U + 1 \cdot 10^{-3})$ В (п-п)	Генератор сигналов специальной формы AWG-4105 (регистрационный номер 53406-13 в ФИФОЕИ) (далее – генератор сигналов)
10.3	Рабочий эталон 5-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360; соотношение показателей точности рабочих эталонов и средств измерений не должно превышать 1/3	Калибратор
10.4	Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456; соотношение показателей точности эталонов и средства измерений должно быть не более 1/2	Мера многозначная электрического сопротивления МС3057 (регистрационный номер 69532-17 в ФИФОЕИ) (далее – мера сопротивления)
10.5	Эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520; соотношение показателей точности рабочих эталонов и средств измерений не должно превышать 1/2	Калибратор
Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность измерений и передачи единиц величин.		

5.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа (зарегистрированные в ФИФОЕИ), поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

5.3 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

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

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав и комплектность комплекса;
- отсутствие механических повреждений комплекса, препятствующих его применению;
- четкость надписей и обозначений на маркировочных табличках комплекса.

7.2 Результаты поверки по разделу 7 считают положительными, если:

- состав и комплектность комплекса соответствуют описанию типа и паспорту комплекса;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты комплекса, препятствующие его применению;
- надписи и обозначения на маркировочных табличках комплекса четкие и хорошо читаемые.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационную документацию комплекса;
- изучают настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки и комплекс устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации.

8.2 Средства поверки и комплекс выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

8.3 Приводят комплекс в рабочее состояние в соответствии с эксплуатационными документами. Проверяют прохождение сигналов калибратора, имитирующих входные сигналы ИК комплекса.

8.4 Допускается проводить проверку работоспособности комплекса одновременно с определением метрологических характеристик по разделу 10 настоящей методики поверки.

8.5 Результаты поверки по разделу 8 считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибратора соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины на мониторе рабочей станции комплекса.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) комплекса проводят путем сравнения идентификационных данных ПО с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа комплекса.

9.2 Проверку идентификационных данных ПО комплекса проводят в соответствии с руководством по эксплуатации комплекса.

9.3 Результаты поверки идентификационных данных ПО комплекса считают положительными, если идентификационные данные ПО комплекса совпадают с исходными, указанными в описании типа комплекса.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входного сигнала силы постоянного тока

10.1.1 К соответствующему ИК, включая барьер искрозащиты (при наличии), подключают калибратор, установленный в режим имитации/воспроизведения электрического сигнала силы постоянного тока, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

10.1.2 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по диапазону измерений входных сигналов силы постоянного тока (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона измерений).

10.1.3 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал силы постоянного тока.

10.1.4 В каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность ИК входного сигнала силы постоянного тока γ_I , %, по формуле

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

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное комплексом, мА, рассчитываемое по формуле (2);

$I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока по показаниям калибратора, мА;

$I_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерений силы постоянного тока, мА;

$I_{\text{мин}}$ – минимальное значение диапазона измерений силы постоянного тока, мА.

10.1.5 Значение силы постоянного тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{мин}}) + 4, \quad (2)$$

где $X_{\text{макс}}$ – настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий значению силы постоянного тока 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{мин}}$ – настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий значению силы постоянного тока 4 мА, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее измеренному значению аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений. Считывают с монитора рабочей станции.

10.1.6 Комплекс соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки комплекса по пункту 10.1 считают положительными, если рассчитанные по формуле (1) значения приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входных сигналов силы постоянного тока не выходят за пределы, приведенные в таблице 1.

10.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входного сигнала напряжения переменного тока

10.2.1 К соответствующему ИК, включая барьер искрозащиты (при наличии), подключают генератор сигналов, установленный в режим имитации/воспроизведения электрического сигнала напряжения переменного тока, и вольтметр, установленный в режим измерения напряжения переменного тока, в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

10.2.2 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по диапазону измерений входных сигналов напряжения переменного тока (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона измерений). Частоту напряжения переменного тока устанавливают 3200 Гц.

10.2.3 С помощью генератора сигналов устанавливают электрический сигнал напряжения переменного тока.

10.2.4 В каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность ИК входного сигнала напряжения переменного тока γ_U , %, по формуле

$$\gamma_U = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}}{U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения переменного тока, измеренное комплексом, В, рассчитываемое по формуле (4);

$U_{\text{эт}}$ – значение напряжения переменного тока, измеренное вольтметром, В;

$U_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерений напряжения переменного тока, В;

$U_{\text{мин}}$ – минимальное значение диапазона измерений напряжения переменного тока, В.

10.2.5 Значение напряжения переменного тока $U_{\text{изм}}$, В, рассчитывают по формуле

$$U_{\text{изм}} = \frac{U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{мин}}), \quad (4)$$

где $X_{\text{макс}}$ – настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий верхнему значению диапазона измерений напряжения переменного тока, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{мин}}$ – настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий нижнему значению диапазона измерений напряжения переменного тока, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее измеренному значению сигнала напряжения переменного тока, в абсолютных единицах измерений. Считывают с монитора рабочей станции.

10.2.6 Комплекс соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки комплекса по пункту 10.2 считают положительными, если рассчитанные по формуле (3) значения приведенной к диапазону измерений погрешности ИК входных сигналов напряжения переменного тока не выходят за пределы, приведенные в таблице 1.

10.3 Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов

10.3.1 К соответствующему ИК комплекса подключают калибратор, установленный в режим генерирования сигналов частоты следования импульсов, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

10.3.2 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по диапазону измерений входных сигналов частоты следования импульсов (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона измерений).

10.3.3 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал частоты следования импульсов.

10.3.4 С монитора рабочей станции считывают значение входного сигнала и в каждой контрольной точке вычисляют относительную погрешность измерений частоты следования импульсов δ_f , %, по формуле

$$\delta_f = \frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{эт}}}{f_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $f_{\text{изм}}$ – значение частоты следования импульсов, измеренное комплексом, Гц;

$f_{\text{эт}}$ – значение частоты следования импульсов, заданное калибратором, Гц.

10.3.5 Комплекс соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки комплекса по пункту 10.3 считают положительными, если рассчитанные по формуле (5) значения относительной погрешности измерений сигналов частоты следования импульсов не выходят за пределы, приведенные в таблице 1.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления

10.4.1 К соответствующему ИК комплекса подключают меру сопротивления в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

10.4.2 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по диапазону измерений входных сигналов термопреобразователей сопротивления (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона измерений).

10.4.3 С помощью меры сопротивления устанавливают величину сигнала термопреобразователей сопротивления с соответствующей номинальной статической характеристикой.

10.4.4 С монитора рабочей станции считывают значение входного сигнала и в каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность измерений сигналов термопреобразователей сопротивления $\Delta_{ТС}$, °С, по формуле

$$\Delta_{ТС} = t_{изм} - t_{зад\ TC} \quad (6)$$

где $t_{изм}$ – значение температуры, соответствующее измеренному комплексом сигналу, °С;

$t_{зад\ TC}$ – значение температуры, соответствующее задаваемой мерой сопротивления величине сопротивления, °С.

10.4.5 Комплекс соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки комплекса по пункту 10.4 считают положительными, если рассчитанные по формуле (6) значения абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления не выходят за пределы, приведенные в таблице 1.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопар

10.5.1 К соответствующему ИК комплекса подключают калибратор, установленный в режим генерирования сигналов термопар, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

10.5.2 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по диапазону измерений входных сигналов термопар (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона измерений).

10.5.3 С помощью калибратора с включенной функцией внутренней компенсации температуры холодного спая устанавливают электрический сигнал термопар с соответствующей номинальной статической характеристикой.

10.5.4 С монитора рабочей станции считывают значение входного сигнала и в каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность измерений сигналов термопар $\Delta_{ТП}$, °С, по формуле

$$\Delta_{ТП} = t_{изм} - t_{зад\ TP} \quad (7)$$

где $t_{зад\ TP}$ – значение температуры, соответствующее задаваемой калибратором величине сигнала термопар, °С.

10.5.5 Комплекс соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки комплекса по пункту 10.5 считают положительными, если рассчитанные по формуле (7) значения абсолютной погрешности измерений сигналов термопар не выходят за пределы, приведенные в таблице 1.

10.6 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности генерирования сигналов силы постоянного тока

10.6.1 К соответствующему ИК, включая барьер искрозащиты (при наличии), подключают калибратор, установленный в режим измерения электрического сигнала силы постоянного тока, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

10.6.2 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по диапазону измерений выходных сигналов силы постоянного тока (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона измерений).

10.6.3 С рабочей станции устанавливают значение кода, соответствующего значению в контрольной точке электрического сигнала силы постоянного тока.

10.6.4 С экрана калибратора считывают значения воспроизводимого аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность ИК выходного сигнала силы постоянного тока $\gamma_{\text{Ивых}}$, %, по формуле

$$\gamma_{\text{Ивых}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (8)$$

где $I_{\text{зад}}$ – значение силы постоянного тока, соответствующее воспроизводимому комплексом параметру в i -ой контрольной точке, мА.

10.6.5 Комплекс соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки комплекса по пункту 10.6 считают положительными, если рассчитанные по формуле (8) значения приведенной к диапазону измерений погрешности ИК выходных сигналов силы постоянного тока не выходят за пределы, приведенные в таблице 1.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки, технологической позиции ИК.

11.2 Результаты поверки оформляют в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке (знак поверки наносится на свидетельство о поверке), при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

11.4 Пломбирование комплекса не предусмотрено.