

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологической службы (ФГБУ «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин
2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Системы измерительно-управляющие на базе комплексов
программно-технических СУРА и преобразователей измерительных**

Методика поверки

МП 201-021-2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на системы измерительно-управляющие на базе комплексов программно-технических СУРА и преобразователей измерительных (далее - системы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Системы измерительно-управляющие на базе комплексов программно-технических СУРА и преобразователей измерительных (далее – системы) представляют собой совокупность программно-технических средств, предназначенных для измерений аналоговых сигналов напряжения и силы постоянного электрического тока, сигналов от термопар и термопреобразователей сопротивления, частоты импульсных сигналов, воспроизведения сигналов силы постоянного электрического тока, а также для реализации функций автоматического регулирования, формирования команд противоаварийной защиты и иных задач для построения распределённых систем управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.

Производство серийное.

Первичная поверка проводится до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

Периодическая поверка проводится в процессе эксплуатации и хранения.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов средства измерений в соответствии с письменным заявлением владельца системы с обязательным указанием информации об объёме проведённой поверки в сведениях о поверке.

Системы прослеживаются к Государственным первичным эталонам, указанным в таблице 1.

Таблица 1 - Государственные первичные эталоны к которым прослеживаются системы измерительно-управляющие на базе комплексов программно-технических СУРА

Номер по реестру	Наименование эталона	Приказ Росстандарта, утверждающий ГПС
ГЭТ 4-91	ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока	№ 2091 от 01.10.2018 г.
ГЭТ 13-2023	ГПЭ единицы электрического напряжения	№ 1520 от 28.07.2023 г.
ГЭТ 14-2014	ГПЭ единицы электрического сопротивления	№ 3456 от 30.12.2019 г.
ГЭТ 34-2020	ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C	№ 3253 от 23.12.2022 г.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1	2	3	4
Подготовка к поверке и опробование	7	Да	Да
Внешний осмотр	8	Да	Да
Определение погрешности ИК систем, реализующих аналого-цифровое преобразование сигналов силы и напряжения постоянного тока, электрического сопротивления и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9.1	Да	Да

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Определение погрешности ИК систем, реализующих аналого-цифровое преобразование сигналов от термопреобразователей сопротивления и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9.2	Да	Да
Определение погрешности ИК систем, реализующих аналого-цифровое преобразование сигналов от термопар и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9.3	Да	Да
Определение погрешности ИК системы, реализующих цифро-аналоговое преобразование в сигналы силы постоянного тока и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9.4	Да	Да
Определение основных погрешностей ИК систем, реализующих измерение частоты импульсных сигналов и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9.5	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Экспериментальные работы по определению метрологических характеристик выполняют в нормальных условиях измерений, соответствующих условиям эксплуатации системы:

- температура окружающей среды от +15 до +25 °C;
- относительная влажность до 98%;
- атмосферное давление от 66,0 до 106,7.

3.2 Контроль климатических условий проводится непосредственно перед проведением экспериментальных работ и в процессе их выполнения. Заносят измеренные значения в протокол и проверяют их соответствие условиям, указанным в п.3.1. При обнаружении несоответствий дальнейшие работы приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 3.

Таблица 3

Номер пункта МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.1, 9.4	Рабочий эталон единицы постоянного тока, калибратор постоянного тока, 2-ого разряда согласно приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091	
9.1, 9.3, 9.4	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения, 3-ого разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457	Калибратор многофункциональный и коммуникатор Beamex MC6-R, рег. № 52489-13
9.1, 9.2	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления, 4-ого разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456	
9.5	Рабочий эталон частоты импульсного сигнала, генератор, 5-го разряда согласно Приказ Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360	Генератор сигналов произвольной формы AFG3151C рег. № 63658-16
3.1	Средство измерений температуры окружающего воздуха, погрешность не более $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха, погрешность не более $\pm 3\%$ Средство измерений абсолютного давления, пределы погрешности не более 5 гПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13

4.2 Допускается использовать иные средства поверки, не приведенные в таблице 3, при соблюдении следующих условий: погрешность средств поверки, используемых для экспериментальных проверок погрешности, не должна быть более 1/3 предела контролируемого значения погрешности в условиях поверки.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Эталоны единиц величин, должны быть аттестованы в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

4.4 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

5. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 Поверку должны осуществлять специалисты организаций, аккредитованных на право поверки, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений и инструкцию по технике безопасности. К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей, и изучивших настоящую методику, а также специально обученных лиц, работающих под руководством поверителей.

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемую систему. Лица, проводящие поверку должны пройти инструктаж по технике безопасности согласно

ГОСТ 12.0.004 и соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.0.

6.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

7.1 Подготовка к поверке и опробование систем проводится в соответствии с руководством по эксплуатации. Допускается совмещать опробование с процедурой проверки погрешности.

7.2 Прогрев системы после включения составляет 15 минут.

8. ВНЕШНИЙ ОСМОТР

При проведении внешнего осмотра системы проверяют отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях корпусов компонентов, отсутствие повреждений разъемных соединителей, целостность маркировки и соответствие комплектности системы паспорту.

Результат внешнего осмотра считаются положительными, если соблюдаются вышеуказанные требования.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение основных погрешностей ИК систем, реализующих аналого-цифровое преобразование сигналов силы и напряжения постоянного тока, электрического сопротивления и подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

Для определения погрешностей системы выполняют следующие операции:

– присоединяют калибратор в режиме генерации соответствующего измеряемого параметра к входным для этого режима клеммам системы. На дисплее АРМ выбирают соответствующий режим измерений;

– выбирают не менее 5 проверяемых точек X_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра;

– для каждой проверяемой точки устанавливают значение выходного сигнала X_i от калибратора;

– для каждой проверяемой точки считывают с дисплея АРМ значение измеренного цифрового кода Y_i и заносят его в таблицу протокола поверки. При нестабильности показаний проводят несколько отсчетов показаний (не менее 4) и выбирают из них результат, наиболее отклоняющийся от заданного значения.

Абсолютную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\Delta_i = Y_i - Z_i;$$

Приведенную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\gamma_i = \frac{Y_i - Z_i}{K_v - K_n} \times 100\%;$$

где K_v и K_n – верхняя и нижняя границы диапазона измерений измеряемого параметра соответственно;

Z_i – номинальное значение цифрового кода, соответствующее значению X_i .

ИК системы считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняются неравенства

$$|\gamma_i| < |\gamma_{dop}|, \\ |\Delta_i| < |\Delta_{dop}|,$$

где γ_{dop} – пределы допускаемой приведенной погрешности ИК;

Δ_{dop} – пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК.

Данные заносят в таблицу протокола поверки.

9.2 Определение основных погрешностей ИК систем, реализующих аналогово-цифровое преобразование сигналов от термопреобразователей сопротивления и подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

Для определения погрешностей системы выполняют следующие операции:

- присоединяют калибратор в режиме генерации сигналов термопреобразователей сопротивления (электрическое сопротивление) к входным для этого режима клеммам системы. На дисплее АРМ выбирают соответствующий режим измерения;
- выбирают не менее 5 проверяемых точек Z_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра;

Для каждой проверяемой точки $i = 1, \dots, 5$ выполняют следующие операции:

- записывают значения проверяемых точек Z_i в «°C»;
- находят для соответствующего типа термопреобразователей сопротивления по таблицам ГОСТ 6651-2009 значения сопротивлений R_i в «Ом» для температур Z_i ;
- устанавливают на входе проверяемого канала значение входного сигнала R_i от калибратора и считывают с монитора АРМ значение измеренной температуры Y_i на выходе проверяемого ИК;

Абсолютную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\Delta_i = Y_i - Z_i;$$

Приведенную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\gamma_i = \frac{Y_i - Z_i}{T_B - T_H} \times 100 \%;$$

где T_B и T_H – верхняя и нижняя границы диапазона измерений сигналов от термопреобразователей сопротивления в «°C» соответственно.

ИК системы считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняются неравенства

$$\begin{aligned} |\gamma_i| &< |\gamma_{dop}|, \\ |\Delta_i| &< |\Delta_{dop}|, \end{aligned}$$

где γ_{dop} – пределы допускаемой приведенной погрешности ИК;

Δ_{dop} – пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК.

Данные заносят в таблицу протокола поверки.

9.3 Определение основных погрешностей ИК систем, реализующих аналогово-цифровое преобразование сигналов от термопар и подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

Для определения погрешностей системы выполняют следующие операции:

- присоединяют калибратор в режиме генерации сигналов термопар (напряжения постоянного тока) к входным для этого режима клеммам системы;
- отключают режим компенсации холодного спая термопар в преобразователе измерительном;
- выбирают не менее 5 проверяемых точек Z_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону измеряемого параметра;

Для каждой проверяемой точки $i = 1, \dots, 5$ выполняют следующие операции:

- записывают значения проверяемых точек Z_i в «°C»;
- находят для соответствующего типа термопар по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 значения напряжения постоянного тока U_i в «мВ» для температур Z_i ;
- устанавливают на входе проверяемого канала значение входного сигнала U_i от калибратора и считывают с монитора АРМ значение измеренной температуры Y_i на выходе проверяемого ИК;

Абсолютную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\Delta_i = Y_i - Z_i;$$

Приведенную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\gamma = \frac{Y_i - Z_i}{T_B - T_H} \times 100\%;$$

где T_B и T_H – верхняя и нижняя границы диапазона измерений сигналов от термопар в “°C” соответственно.

ИК системы считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняются неравенства

$$|\gamma_i| < |\gamma_{dop}|, \\ |\Delta_i| < |\Delta_{dop}|,$$

где γ_{dop} – пределы допускаемой приведенной погрешности ИК;

Δ_{dop} – пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК.

Данные заносят в таблицу протокола поверки.

9.4 Определение основных погрешностей ИК системы, реализующих цифро-аналоговое преобразование в сигналы силы постоянного тока и подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

Для определения погрешностей ИК системы выполняют следующие операции:

– присоединяют калибратор в режиме измерения соответствующего параметра к выходным для этого режима клеммам системы. На дисплее АРМ системы выбирают соответствующий режим измерения;

– выбирают не менее 5 проверяемых точек X_j , $j = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону воспроизводимого параметра. Заносят их в таблицу протокола поверки;

– для каждой проверяемой точки устанавливают цифровой код Y_j на ПК, значению которого соответствует значение выходного сигнала X_j воспроизводимого параметра системы;

– для каждой проверяемой точки измеряют значение выходного сигнала системы M_j с помощью мультиметра, и заносят его в таблицу протокола поверки. При нестабильности показаний проводят несколько отсчетов показаний (не менее 4) и выбирают из них результат, наиболее отклоняющийся от заданного значения.

Абсолютную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\Delta_i = Y_i - Z_i;$$

Приведенную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\gamma = \frac{M_j - X_j}{K_B - K_H} \times 100\%;$$

где K_B и K_H – верхняя и нижняя границы диапазона выходного сигнала воспроизводимого параметра.

ИК системы считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняются неравенства

$$|\gamma_i| < |\gamma_{dop}|, \\ |\Delta_i| < |\Delta_{dop}|,$$

где γ_{dop} – пределы допускаемой приведенной погрешности ИК;

Δ_{dop} – пределы допускаемой абсолютной погрешности ИК.

Данные заносят в таблицу протокола поверки.

9.5 Определение основных погрешностей ИК систем, реализующих измерение частоты импульсных сигналов и подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

Для определения погрешностей системы выполняют следующие операции:

– присоединяют генератор в режиме генерации сигналов типа меандр (24 ± 6) В к входным для этого режима клеммам системы. На дисплее АРМ выбирают следующие параметры измерения:

- число зубьев 60;
- номинальная частота 6000 Гц;
- значение предупредительной уставки противоаварийной защиты 6100 Гц;
- значение аварийной уставки противоаварийной защиты 6300 Гц;
- постоянная времени 10 с.

– на подключенном генераторе последовательно устанавливаются проверяемые частоты X_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$, соответствующие 10, 1000, 3000, 6000, 10000 Гц (значение амплитуды сигнала установить равным 6,5 В);

– для каждой проверяемой точки считывают с дисплея АРМ установившееся значение Y_i частоты и заносят его в таблицу протокола проверки. Время наблюдения установившегося значения частоты должно быть не менее 10 с.

Относительную погрешность в проверяемой точке рассчитывают по формуле:

$$\delta_i = \frac{Y_i - Z_i}{Z_i} \times 100\%;$$

Z_i – номинальное значение цифрового кода, соответствующее значению X_i .

ИК системы считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство

$$|\delta_i| < |\delta_{i \text{ доп}}|,$$

где $\delta_{i \text{ доп}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИК.

Данные заносят в таблицу протокола поверки.

10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Идентификация программного обеспечения (ПО) производится следующим образом:

- включается электропитание контроллера и АРМ;
- на АРМ вызывается окно отображения версий ПО «СФЕРА»;
- фиксируется версия ПО ВУ.

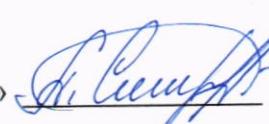
Изделие считается выдержавшим испытание, если версия ПО не ниже версии, указанной в описании типа.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 При положительных результатах поверки система признается годной к эксплуатации, оформляются результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

11.2 При отрицательных результатах поверки система признается непригодной к эксплуатации, оформляются результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

Зам. начальника отдела 201 ФГБУ «ВНИИМС»  Ю.А. Шатохина

Ведущий инженер отдела 201 ФГБУ «ВНИИМС»  А.С. Смирнов