



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

2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Модули ввода-вывода измерительные систем управления ECS-700

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1511/1-311229-2024

г. Казань
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули ввода-вывода измерительные систем управления ECS-700 (далее – модули), изготовленные SUPCON Technology Co., Ltd, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

1.3 Прослеживаемость при поверке модулей обеспечивается 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 от 1 октября 2018 г. № 2091, 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456, к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14–2014);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520, к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13–2023);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1–2022).

1.4 Метрологические характеристики модулей подтверждаются с помощью основных средств поверки методом прямых измерений.

1.5 Поверка проводится в части отдельных модулей ввода/вывода. Поверка модулей ввода/вывода проводится в установленном диапазоне измерений. Допускается проведение периодической поверки модулей в части отдельных измерительных каналов (далее – ИК) и (или) для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с письменным заявлением владельца с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – 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

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов силы постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение основной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов напряжения постоянного тока	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов электрического сопротивления	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности модулей при измерении и преобразовании частотных сигналов	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001	Да	Да	10.5
Определение абсолютной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009	Да	Да	10.6
Определение основной приведенной погрешности модулей при воспроизведении сигналов силы постоянного тока	Да	Да	10.7
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку модулей прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность воздуха (без конденсации влаги), %
- атмосферное давление, кПа
- напряжение питания постоянного тока, В

от 15 до 25
от 30 до 80
от 84 до 106
от 21,6 до 26,4

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки средств измерений в установленном порядке, изучившие настоящую методику поверки, техническую документацию на модули, руководства по эксплуатации средств поверки, прошедшие инструктаж по охране труда и инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки модулей применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1, 10.7	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»; соотношение показателей точности эталонов и средства измерений должно быть не более 1/2	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
10.2, 10.5	Рабочий эталон 3-го разряда в режиме воспроизведения в соответствии с Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»; соотношение показателей точности эталонов и средства измерений должно быть не более 1/2	Калибратор
10.3, 10.6	Рабочий эталон 4-го разряда в режиме воспроизведения в соответствии с Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»; 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 – ММЭС)
10.4	Рабочий эталон 5-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты» соотношение показателей точности эталонов и средства измерений должно быть не более 1/3	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3409Е (регистрационный номер 75788-19 в ФИФОЕИ) (далее – генератор сигналов)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8–10	Средство измерений температуры окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С в диапазоне измерений от 15 до 25 °С Средство измерений относительной влажности окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 % в диапазоне измерений от 30 до 80 % Средство измерений атмосферного давления: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
10.5	Средство измерений температуры: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,1$ °С в диапазоне измерений от 15 до 25 °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (регистрационный номер 61806-15 в ФИФОЕИ) (далее – ЛТ-300)
8–10	Средство измерений напряжения постоянного тока: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ В в диапазоне измерений от 21,6 до 26,4 В	Мультиметр цифровой Fluke 107 (регистрационный номер 57587-14 в ФИФОЕИ) (далее – Fluke 107)
8–10	Источник питания с диапазоном напряжения питания постоянного тока от 21,6 до 26,4 В	Источник питания постоянного тока НУ3005F-3 (далее – НУ3005F-3)
Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому модулям.		

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 и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

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

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

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

6.2 Работы по подключению и отключению средств поверки и вспомогательных устройств при проведении поверки должны выполняться с отключением модулей от сети электрического питания.

6.3 К средствам поверки и используемому при поверке вспомогательному оборудованию обеспечивают свободный доступ.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида и комплектности модулей сведениям, приведенным в описании типа;

- наличие на модулях маркировки с обозначением типа и заводского номера;
- отсутствие деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- отсутствие видимых дефектов и повреждений, препятствующих применению модулей;
- четкость надписей и обозначений.

7.2 Поверку продолжают, если:

- внешний вид и комплектность модулей соответствует сведениям, приведенным в описании типа;

- на модулях имеется маркировка, которая включает информацию о типе и заводском номере;

- отсутствуют детали с ослабленным или неисправным креплением;
- отсутствуют дефекты и повреждения, препятствующие применению модулей;
- надписи и обозначения четкие и хорошо читаемые.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 До начала поверки модулей удостоверяются в наличии проекта или тестового проекта для проведения поверки, база данных которого должна содержать:

- перечень поверяемых ИК;
- программу для модулей, которая обеспечивает преобразование измеряемых сигналов в соответствии с настройками для каждого ИК;
- видеокадры для отображения числовых значений измеряемых величин для поверяемых ИК.

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационную документацию на модули;
- изучают настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки и модули выдерживают при условиях окружающей среды, указанных в разделе 3, не менее двух часов, если они находились в условиях, отличных от указанных в разделе 3;

- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;

- к модулям подключают персональный компьютер используя порт Ethernet и программу «VisualField» или «ОМС High-performanceHMI».

8.3 Модули подключают к НУ3005F-3 с учетом требований, приведенных в эксплуатационных документах, и настраивают электрическое питание модулей с учетом требований раздела 3 методики поверки. Напряжение питания постоянного тока при поверке контролируют с помощью Fluke 107.

8.4 Убеждаются, что на модулях горят индикаторы, сигнализирующие о наличии питания и работе модулей.

8.5 Результаты опробования считают положительными, если через пять минут после включения на модулях горят индикаторы, сигнализирующие о наличии питания и работе модулей.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

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

9.2 Проверку проводят с помощью ПК:

- запускают утилиту «Hardware Debugging Tool», входящую в состав ПО «VisualField» и во вкладке «Operator» из выпадающего списка выбирают пункт «Device information Overview»;
- в появившемся окне проверяют номер версии ПО для соответствующего модуля измерительного в поле «Version Information».

9.3 Результаты проверки идентификационных данных ПО модулей измерительных считают положительными, если идентификационные данные ПО модулей измерительных соответствуют идентификационным данным, отраженными в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов силы постоянного тока

10.1.1 Испытания по пункту 10.1 проводят для ИК модулей ввода AI711-H11, AI711-S11, AI713-S11, AI713-H11, AI714-H11.

10.1.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на вход модулей ввода подключают калибратор, установленный в режим имитации/воспроизведения аналоговых сигналов силы постоянного тока.

10.1.3 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону измерений сигналов силы постоянного тока (например, 0–5; 25; 50; 75; 95–100 % от диапазона).

10.1.4 С помощью калибратора задают электрический сигнал силы постоянного тока $I_{\text{эт}}$, мА, для первой контрольной точки.

10.1.5 С помощью персонального компьютера с программой (далее – ПК) «VisualField», подключенного к модулям, считывают измеренное модулями значение сигнала силы постоянного тока и вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность γ_{AI} , %, по формуле

$$\gamma_{\text{AI}} = \frac{I_{\text{ECS}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где I_{ECS} – значение силы постоянного тока, согласно показаниям модулей, мА;

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

$I_{\text{макс}}$ – верхнее значение диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мА;

$I_{\text{мин}}$ – нижнее значение диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мА.

10.1.6 Повторяют операции по пунктам 10.1.4 и 10.1.5 для остальных контрольных точек.

10.1.7 Результаты испытаний по пункту 10.1 считают положительными, если рассчитанные по формуле (1) значения не выходят за пределы, указанные в приложении А методики поверки.

10.2 Определение основной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов напряжения постоянного тока

10.2.1 Испытания по пункту 10.2 проводят для ИК модулей ввода AI711-S11 и AI722-S11, настроенных на измерение и преобразование сигналов напряжения постоянного тока.

10.2.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на вход модулей ввода подключают Fluke 107, установленный в режим воспроизведения аналоговых сигналов напряжения постоянного тока.

10.2.3 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону измерений сигналов напряжения постоянного тока (например, 0–5; 25; 50; 75; 95–100 % от диапазона).

10.2.4 С помощью Fluke 107 задают электрический сигнал напряжения постоянного тока $U_{\text{эт}}$, мВ (В), для первой контрольной точки.

10.2.5 С помощью ПК, подключенного к модулям, считывают измеренное модулями значение сигнала напряжения постоянного тока.

10.2.6 Для ИК модулей ввода AI711-S11 вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность γ_U , %, по формуле

$$\gamma_U = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}}{U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное модулями, мВ;

$U_{\text{эт}}$ – значение напряжения постоянного тока, заданное Fluke 107, мВ;

$U_{\text{макс}}$ – верхнее значение диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мВ;

$U_{\text{мин}}$ – нижнее значение диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мВ.

10.2.7 Для ИК модулей ввода AI722-S11 вычисляют абсолютную погрешность Δ_U , мВ, по формуле

$$\Delta_U = U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}. \quad (3)$$

10.2.8 Повторяют операции для остальных контрольных точек:

– по пунктам 10.2.4–10.2.6 для ИК модулей ввода AI711-S11;

– по пунктам 10.2.4, 10.2.5, 10.2.7 для ИК модулей ввода AI722-S11.

10.2.9 Результаты испытаний по пункту 10.2 считают положительными, если рассчитанные по формулам (2) или (3) значения не выходят за пределы, указанные в приложении А.

10.3 Определение абсолютной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов электрического сопротивления

10.3.1 Испытания по пункту 10.3 проводят для ИК модулей ввода AI731-S11, настроенных на измерение и преобразование сигналов электрического сопротивления.

10.3.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на вход модулей ввода подключают ММЭС.

10.3.3 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону измерений сигналов электрического сопротивления (например, 0–5; 25; 50; 75; 95–100 % от диапазона).

10.3.4 С помощью ММЭС устанавливают электрический сигнал сопротивления $R_{\text{эт}}$, Ом, для первой контрольной точки (с учетом начального сопротивления ММЭС).

10.3.5 С помощью ПК, подключенного к модулям, считывают измеренное модулями значение электрического сопротивления и вычисляют абсолютную погрешность Δ_R , Ом, по формуле

$$\Delta_R = R_{\text{изм}} - R_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где $R_{\text{изм}}$ – значение электрического сопротивления, измеренное модулями, Ом;

$R_{\text{эт}}$ – значение электрического сопротивления, заданное ММЭС с учетом внутреннего сопротивления ММЭС, Ом.

10.3.6 Повторяют операции по пунктам 10.3.4 и 10.3.5 для остальных контрольных точек.

10.3.7 Результаты испытаний по пункту 10.3 считают положительными, если рассчитанные по формуле (4) значения не выходят за пределы, указанные в приложении А.

10.4 Определение относительной погрешности модулей при измерении и преобразовании частотных сигналов

10.4.1 Испытания по пункту 10.4 проводят для ИК модулей ввода PI711-S11, настроенных на измерение и преобразование частотных сигналов.

10.4.2 К соответствующему каналу подключают генератор сигналов и задают частотный сигнал амплитудой от 5 до 24 В. В качестве контрольных точек принимают частоты 0,5; 250; 500; 750; 1000 Гц.

10.4.3 Считывают значения входного частотного сигнала $f_{\text{изм}}$, Гц, измеренное модулями PI711-S11, в каждой контрольной точке и вычисляют относительную погрешность измерения частотных сигналов δ_f , %, по формуле

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

где $f_{\text{эт}}$ – значение частоты, заданное генератором сигналов, Гц.

10.4.4 Результаты испытаний считают положительными, если относительная погрешность измерений частотных сигналов в каждой контрольной точке по формуле (5) не превышает значений, указанных в приложении А.

10.5 Определение абсолютной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001

10.5.1 Испытания по пункту 10.5 проводят для ИК модулей ввода AI722-S11, настроенных на измерение и преобразование сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001.

10.5.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на вход модулей ввода подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001.

10.5.3 С помощью ЛТ-300 измеряют температуру окружающей среды вблизи модулей ввода AI722-S11 $t_{\text{ос}}$, °С, и вводят измеренное значение в калибратор, как температуру холодного спая термопары $t_{\text{хс}}$, °С.

Примечание – В процессе проверки ИК отдельного модуля с помощью ЛТ-300 дополнительно контролируют выполнение условия $|t_{\text{хс}} - t_{\text{ос}}| \leq 0,25$ °С. При невыполнении указанного условия корректируют температуру холодного спая в калибраторе согласно показаниям ЛТ-300.

10.5.4 С помощью ПК настраивают модуль ввода AI722-S11 на измерение входного сигнала термопары типа Е по ГОСТ Р 8.585–2001 в диапазоне преобразований от минус 200 до плюс 900 °С.

10.5.5 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону измерений сигнала термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 (например, 0–5; 25; 50; 75; 95–100 % от диапазона).

10.5.6 Для настроенного диапазона измерений сигнала термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 находят значения напряжения постоянного тока, соответствующие значениям температур в контрольных точках (в соответствии с типом номинальной статической характеристики по ГОСТ Р 8.585–2001).

10.5.7 С помощью калибратора задают электрический сигнал термопары по ГОСТ Р 8.585–2001 для первой контрольной точки.

10.5.8 С помощью ПК, подключенного к модулям, считывают измеренное модулями значение температуры и вычисляют абсолютную погрешность Δ_T , °С, по формуле

$$\Delta_T = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{изм}}$ – значение температуры, измеренное модулями, °С;

$T_{\text{эт}}$ – заданное калибратором значение сигнала в температурном эквиваленте, °С.

10.5.9 Повторяют операции по пунктам 10.5.7 и 10.5.8 для остальных контрольных точек.

10.5.10 Повторяют операции по пунктам 10.5.4–10.5.8 для входных сигналов:

- термопары типа J (диапазон преобразований от минус 200 до плюс 750 °С);
- термопары типа K (диапазон преобразований от минус 200 до плюс 1300 °С);
- термопары типа N (диапазон преобразований от 0 до плюс 1300 °С);
- термопары типа В (диапазон преобразований от плюс 500 до плюс 1800 °С);
- термопары типа Т (диапазон преобразований от минус 200 до плюс 350 °С);
- термопары типа S (диапазон преобразований от 0 до плюс 1600 °С);
- термопары типа R (диапазон преобразований от 0 до плюс 1600 °С).

10.5.11 Результаты испытаний по пункту 10.5 считают положительными, если рассчитанные по формуле (6) значения не выходят за пределы $\pm(\Delta_{\text{ПДП}} + \Delta_{\text{ХС}})$ °С, где $\Delta_{\text{ПДП}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001, °С, согласно приложению А; $\Delta_{\text{ХС}}$ – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопар, °С, согласно приложению А.

10.6 Определение абсолютной погрешности модулей при измерении и преобразовании сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009

10.6.1 Испытания по пункту 10.6 проводят для ИК модулей ввода AI731-S11, настроенных на измерение и преобразование сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009.

10.6.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на вход модулей ввода подключают ММЭС.

10.6.3 С помощью ПК настраивают модули ввода AI731-S11 на измерение входного сигнала термопреобразователя сопротивления с номинальной статической характеристикой (далее – НСХ) Pt100 по ГОСТ 6651–2009 в диапазоне преобразований от минус 200 до плюс 850 °С.

10.6.4 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону измерений сигнала термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651–2009 (например, 0–5; 25; 50; 75; 95–100 % от диапазона).

10.6.5 Для настроенного диапазона измерений сигнала находят значения сопротивления, соответствующие значениям температур в контрольных точках (в соответствии с типом номинальной статической характеристики по ГОСТ 6651–2009).

10.6.6 С помощью ММЭС устанавливают электрический сигнал сопротивления по ГОСТ 6651–2009 для первой контрольной точки (с учетом начального сопротивления ММЭС).

10.6.7 С помощью ПК, подключенного к модулям, считывают измеренное модулями значение температуры и вычисляют абсолютную погрешность $\Delta_{\text{ТСП}}$, °С, по формуле

$$\Delta_{\text{ТСП}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{ТСПэт}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{ТСПэт}}$ – заданное ММЭС (с учетом внутреннего сопротивления ММЭС) значение сигнала в температурном эквиваленте, °С.

10.6.8 Повторяют операции по пунктам 10.6.6 и 10.6.7 для остальных контрольных точек.

10.6.9 Повторяют операции по пунктам 10.6.3–10.6.8 для входного сигнала термопреобразователя сопротивления с НСХ Cu50 в диапазоне преобразований от минус 50 до плюс 150 °С.

10.6.10 Результаты испытаний по пункту 10.6 считают положительными, если рассчитанные по формуле (7) значения не выходят за пределы, указанные в приложении А.

10.7 Определение основной приведенной погрешности модулей при воспроизведении сигналов силы постоянного тока

10.7.1 Испытания по пункт 10.7 проводят для ИК модулей вывода АО711-S11, АО711-Н11, АО713-Н11, АО713-S11, АО714-Н11, настроенных на воспроизведение сигналов силы постоянного тока.

10.7.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на выход модулей вывода подключают калибратор, установленный в режим измерения аналоговых сигналов силы постоянного тока.

10.7.3 Выбирают пять контрольных точек, равномерно распределенных по настроенному для ИК диапазону воспроизведения сигналов силы постоянного тока (например, 0–5; 25; 50; 75; 95–100 % от диапазона).

10.7.4 С помощью ПК устанавливают выходной электрический сигнал силы постоянного тока I_x , мА, для первой контрольной точки.

10.7.5 С дисплея калибратора, считывают измеренное значение силы постоянного тока и вычисляют приведенную к диапазону воспроизведения погрешность $\gamma_{\text{АО}}$, %, по формуле

$$\gamma_{AO} = \frac{I_{\text{зад}} - I_3}{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (8)$$

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

I_3 – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА.

10.7.6 Повторяют операции по пункту 10.7.4 и 10.7.5 для остальных контрольных точек.

10.7.7 Результаты испытаний по пункту 10.7 считают положительными, если рассчитанные по формуле (8) значения не выходят за пределы, указанные в приложении А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола поверки произвольной формы с указанием информации о дате проведения поверки, условиях проведения поверки, применяемых средствах поверки, результатах поверки, обозначениях ИК, настроенных для ИК типах сигналов и диапазонах измерений. Пломбирование модулей не предусмотрено.

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

11.3 По заявлению владельца модулей 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 При проведении поверки с учетом пункта 1.4 настоящей методики поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца) в части отдельных ИК и (или) для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов, в сведениях о поверке, передаваемых в ФИФОЕИ, указывают информацию об объеме проведенной поверки.

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики модулей

Таблица А.1 – Метрологические характеристики модулей

Модификации модулей	Диапазоны преобразований сигналов / разрядность цифровых сигналов		Пределы допускаемых погрешностей в рабочих условиях ¹⁾
	на входе	на выходе	
AI711-S11 (8 каналов)	от 0 до 5 В, от 1 до 5 В, от -10 до +10 В, от 0 до 10 мА, от 4 до 20 мА	16 бит	$\gamma = \pm 0,1 \%$
AI711-H11 (8 каналов)	от 4 до 20 мА	16 бит	$\gamma = \pm 0,1 \%$
AI713-S11 (16 каналов)	от 4 до 20 мА	16 бит	$\gamma = \pm 0,1 \%$
AI713-H11 (16 каналов)	от 4 до 20 мА	16 бит	$\gamma = \pm 0,1 \%$
AI714-H11 (16 каналов)	от 4 до 20 мА	16 бит	$\gamma = \pm 0,1 \%$
AI722-S11 (8 каналов)	Сигналы (мВ) от термопар ^{2), 3)} :		
	Е: от -200 до +900 °С	16 бит	$\Delta = \pm 2,2 \text{ °С}$
	J: от -200 до +750 °С	16 бит	$\Delta = \pm 1,9 \text{ °С}$
	K: от -200 до +1300 °С	16 бит	$\Delta = \pm 3,0 \text{ °С}$
	N: от 0 до +1300 °С	16 бит	$\Delta = \pm 2,6 \text{ °С}$
	B: от +500 до +1800 °С	16 бит	$\Delta = \pm 2,6 \text{ °С}$
	T: от -200 до +350 °С	16 бит	$\Delta = \pm 1,1 \text{ °С}$
	S: от 0 до +1600 °С	16 бит	$\Delta = \pm 3,2 \text{ °С}$
	R: от 0 до +1600 °С	16 бит	$\Delta = \pm 3,2 \text{ °С}$
AI722-S11 (8 каналов)	Сигналы напряжения постоянного тока:		
	от -100 до +100 мВ	16 бит	$\Delta = \pm 0,1 \text{ мВ}$
	от -20 до +80 мВ	16 бит	$\Delta = \pm 0,05 \text{ мВ}$
AI731-S11 (8 каналов)	Сигналы (Ом) от термопреобразователей сопротивления ^{3), 4)} :		
	Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ °С}^{-1}$): от -200 до +850 °С	16 бит	$\Delta = \pm 1,0 \text{ °С}$
	Cu50 ($\alpha=0,00428 \text{ °С}^{-1}$): от -50 до +150 °С	16 бит	$\Delta = \pm 1,0 \text{ °С}$
	Сигналы электрического сопротивления:		
	от 1 до 400 Ом, от 2 до 1000 Ом	16 бит	$\Delta = \pm 0,25 \text{ Ом}$
AO711-S11 (8 каналов)	16 бит	от 0 до 10 мА, от 4 до 20 мА, от 0 до 20 мА	$\gamma = \pm 0,2 \%$
AO711-H11 (8 каналов)	16 бит	от 4 до 20 мА	$\gamma = \pm 0,2 \%$
AO713-H11 (16 каналов)	16 бит	от 4 до 20 мА	$\gamma = \pm 0,1 \%$
AO713-S11 (16 каналов)	16 бит	от 4 до 20 мА	$\gamma = \pm 0,1 \%$
AO714-H11 (16 каналов)	16 бит	от 4 до 20 мА	$\gamma = \pm 0,1 \%$

Модификации модулей	Диапазоны преобразований сигналов / разрядность цифровых сигналов		Пределы допускаемых погрешностей в рабочих условиях ¹⁾
	на входе	на выходе	
PI711-S11 (6 каналов)	от 1 до 1000 Гц	16 бит	$\Delta = \pm 0,2$ Гц
	от 1 до 10000 Гц	16 бит	$\Delta = \pm 1,0$ Гц
¹⁾ Для модификации модулей AI722-S11 пределы допускаемых погрешностей в рабочих условиях указаны без учета абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопар с помощью встроенного канала компенсации, которая не превышает ± 1 °C. ²⁾ Уровень входного сигнала (мВ) в соответствии с ГОСТ Р 8.585–2001. ³⁾ Указан максимальный диапазон измерений. Допускается использование модулей в поддиапазоне измерений, находящегося в пределах верхней и нижней границы указанного диапазона измерений. Конкретный диапазон измерений зависит от типа подключаемого датчика, настроек модулей и указывается в технической документации. При этом для входных сигналов (мВ) от термопар и для входных сигналов (Ом) от термопреобразователей сопротивления интервал измерений в температурном эквиваленте должен быть не менее 50 °C. ⁴⁾ Уровень входного сигнала (Ом) в соответствии с ГОСТ 6651–2009. Примечание – Приняты следующие обозначения: γ – пределы допускаемой приведенной погрешности, % (нормирующим значением принята разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений/воспроизведений); Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, в единицах измеряемого параметра; α – температурный коэффициент термопреобразователя сопротивления, °C⁻¹.			