



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

«29» 03 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Контроллеры программируемые логические G5

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2903/1-311229-2024

г. Казань
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры программируемые логические G5 (далее – контроллер), изготовленные SUPCON Technology Co., Ltd, Китай, 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 контроллеров 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 года № 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 года № 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 года № 1520, к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2023).

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

1.5 Поверка контроллеров проводится в части отдельных модулей ввода/вывода из состава контроллера. Поверка модулей ввода/вывода проводится в установленном диапазоне измерений. Допускается проведение периодической поверки контроллеров 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 контроллера 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
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов силы постоянного тока	Да	Да	10.1

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 погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов напряжения постоянного тока	Да	Да	10.2
Определение погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов электрического сопротивления	Да	Да	10.3
Определение погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001	Да	Да	10.4
Определение погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009	Да	Да	10.5
Определение погрешности контроллера при воспроизведении 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 контроллеров прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от плюс 15 до плюс 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106
- напряжение питания постоянного тока, В 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 контроллеры, 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 контроллеров 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, 10.6	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 1 октября 2018 года № 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 ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
10.2, 10.4	Рабочий эталон 3-го разряда в режиме воспроизведения в соответствии с Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 года № 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	
10.3, 10.5	Рабочий эталон 4-го разряда в режиме воспроизведения в соответствии с Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 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)
8 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °C в диапазоне измерений от 15 до 25 °C	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ) (далее – ИВА-6)
	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	
10.4	Средство измерений температуры: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,1$ °C в диапазоне измерений от 15 до 25 °C	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (регистрационный номер 61806-15 в ФИФОЕИ) (далее – ЛТ-300)

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 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)
8 – 10	Персональный компьютер (далее – ПК) с программой «GCSContrix»	
Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому контроллеру.		

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

7.2 Поверку продолжают, если:

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

- на модулях контроллера имеется маркировка, которая включает информацию о типе и заводском номере;
- отсутствуют детали с ослабленным или неисправным креплением;
- отсутствуют дефекты и повреждения, препятствующие применению контроллера;
- надписи и обозначения четкие и хорошо читаемые.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

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

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационную документацию на контроллеры;
- изучают настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки и контроллер 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 контроллеру подключают ПК используя порт Ethernet и программу «GCSContrix».

8.3 Контроллер подключают к НУ3005F-3 с учетом требований, приведенных в эксплуатационных документах, и настраивают электрическое питание контроллера 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 контроллера на модулях горят индикаторы, сигнализирующие о наличии питания и работе модулей.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) контроллеров проводят путем сравнения идентификационных данных ПО модулей с центральным процессорным устройством и ПО модулей ввода/вывода сигналов с идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа контроллеров.

9.2 Проверку проводят с помощью ПК:

– запускают утилиту «GCSManager.exe» и во вкладке «Scan (S)» из выпадающего списка выбирают пункт «Add Node(A)»;

– в появившемся окне заполняют IP-адрес контроллера и в поле «Device type» из выпадающего списка выбирают пункт «G3/G5», нажимают «ОК»;

– в левой части появившегося окна выбирают необходимый модуль контроллера и проверяют номер версии ПО для соответствующего модуля в поле «Software Version».

9.3 Результаты проверки идентификационных данных ПО контроллеров считают положительными, если идентификационные данные ПО модулей с центральным процессорным устройством и ПО модулей ввода/вывода сигналов совпадают с идентификационными данными, отраженными в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов силы постоянного тока

10.1.1 Поверку по пункту 10.1 проводят для ИК модулей ввода AI751, настроенных на измерение и преобразование сигналов силы постоянного тока.

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

10.1.3 Для поверки 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 ПК, подключенного к контроллеру, считывают измеренное контроллером значение сигнала силы постоянного тока и вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность в нормальных условиях γ_{AI} , %, по формуле

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

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное контроллером, мА;

$I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, заданное калибратором, 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 Контроллеры соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 10.1 считают положительными, если рассчитанные по формуле (1) значения не выходят за пределы, указанные в приложении А.

10.2 Определение погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов напряжения постоянного тока

10.2.1 Поверку по пункту 10.2 проводят для ИК модулей ввода AI751 и AI762, настроенных на измерение и преобразование сигналов напряжения постоянного тока.

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

10.2.3 Для поверки 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 калибратора задают электрический сигнал напряжения постоянного тока $U_{\text{эт}}$, мВ (В), для первой контрольной точки.

10.2.5 С помощью ПК, подключенного к контроллеру, считывают измеренное контроллером значение сигнала напряжения постоянного тока.

10.2.6 Для ИК модулей ввода AI751 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 контроллером, мВ (В);

$U_{\text{эт}}$ – значение напряжения постоянного тока, заданное калибратором, мВ (В);

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

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

10.2.7 Для ИК модулей ввода AI762 точке 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 AI751;
- по пунктам 10.2.4, 10.2.5, 10.2.7 для ИК модулей ввода AI762.

10.2.9 Контроллеры соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки 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 погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов электрического сопротивления

10.3.1 Поверку по пункту 10.3 проводят для ИК модулей ввода AI771, настроенных на измерение и преобразование сигналов электрического сопротивления.

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

10.3.3 Для поверки 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 контроллеру, считывают измеренное контроллером 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 контроллером, 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 Контроллеры соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 10.3 считают положительными, если рассчитанные по формуле (4) значения не выходят за пределы, указанные в приложении А.

10.4 Определение погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001

10.4.1 Поверку по пункту 10.4 проводят для ИК модулей ввода AI762, настроенных на измерение и преобразование сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001.

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

10.4.3 С помощью ЛТ-300 измеряют температуру окружающей среды вблизи модуля ввода AI762 t_{OC} , °С, и вводят измеренное значение в калибратор, как температуру холодного спая термопары t_{XC} , °С.

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

10.4.4 Для поверки 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).

10.4.5 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).

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

10.4.7 С помощью ПК, подключенного к контроллеру, считывают измеренное контроллером значение температуры и вычисляют абсолютную погрешность Δ_T , °С, по формуле

$$\Delta_T = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (5)$$

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

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

10.4.8 Повторяют операции по пунктам 10.4.6 и 10.4.7 для остальных контрольных точек.

10.4.9 Контроллеры соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 10.4 считают положительными, если рассчитанные по формуле (5) значения не выходят за пределы $\pm(\Delta_{\text{ПДП}} + \Delta_{\text{ХС}})$ °С, где $\Delta_{\text{ПДП}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности контроллера 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.

10.5 Определение погрешности контроллера при измерении и преобразовании сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009

10.5.1 Поверку по пункту 10.5 проводят для ИК модулей ввода AI771, настроенных на измерение и преобразование сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009.

10.5.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на вход модуля ввода подключают меру сопротивления.

10.5.3 Для поверки 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).

10.5.4 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).

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

10.5.6 С помощью персонального компьютера, подключенного к контроллеру, считывают измеренное контроллером значение температуры и вычисляют абсолютную погрешность $\Delta_{\text{ТСП}}$, °С, по формуле

$$\Delta_{\text{ТСП}} = T_{\text{изм}} - T_{\text{ТСПэт}}, \quad (6)$$

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

10.5.7 Повторяют операции по пунктам 10.5.5 и 10.5.6 для остальных контрольных точек.

10.5.8 Контроллеры соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 10.5 считают положительными, если рассчитанные по формуле (6) значения не выходят за пределы, указанные в приложении А.

10.6 Определение погрешности контроллера при воспроизведении сигналов силы постоянного тока

10.6.1 Поверку по пункту 10.6 проводят для ИК модулей вывода АО751, настроенных на воспроизведение сигналов силы постоянного тока.

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

10.6.3 Для поверки 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).

10.6.4 С помощью ПК устанавливают выходной электрический сигнал силы постоянного тока I_3 , мА, для первой контрольной точки.

10.6.5 С дисплея калибратора, считывают измеренное значение силы постоянного тока и вычисляют приведенную к диапазону измерений погрешность в нормальных условиях γ_{AO} , %, по формуле

$$\gamma_{AO} = \frac{I_{\text{зад}} - I_3}{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $I_{\text{зад}}$ – значение силы постоянного тока, заданное контроллером, мА;
 I_3 – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА.

10.6.6 Повторяют операции по пункту 10.6.4 и 10.6.5 для остальных контрольных точек.

10.6.7 Контроллеры соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 10.6 считают положительными, если рассчитанные по формуле (7) 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 контроллеров 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 контроллера 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 и технические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики модулей ввода/вывода

Тип модуля	Диапазоны преобразований сигналов / разрядность цифровых сигналов		Пределы допускаемых погрешностей в нормальных условиях	Пределы допускаемых погрешностей в рабочих условиях
	на входе	на выходе		
AI751	от 0 до 5 В, от 1 до 5 В, от 0 до 10 мА, от 4 до 20 мА	16 бит	$\gamma: \pm 0,1 \%$	$\gamma: \pm 1,5 \%^{1)}$, $\gamma: \pm 0,1 \%^{2)}$
AI762	Сигналы (мВ) от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 ³⁾ :			
	Е: от -200 до +900 °С	16 бит	$\Delta: \pm 2,2 \text{ }^{\circ}\text{C}^{4)}$	
	J: от -200 до +750 °С	16 бит	$\Delta: \pm 1,9 \text{ }^{\circ}\text{C}^{4)}$	
	K: от -200 до +1300 °С	16 бит	$\Delta: \pm 3,0 \text{ }^{\circ}\text{C}^{4)}$	
	N: от 0 до +1300 °С	16 бит	$\Delta: \pm 2,6 \text{ }^{\circ}\text{C}^{4)}$	
	B: от +500 до +1800 °С	16 бит	$\Delta: \pm 9,9 \text{ }^{\circ}\text{C}^{4)}$	
	T: от -200 до +350 °С	16 бит	$\Delta: \pm 3,2 \text{ }^{\circ}\text{C}^{4)}$	
	S: от 0 до +1600 °С	16 бит	$\Delta: \pm 9,1 \text{ }^{\circ}\text{C}^{4)}$	
	R: от 0 до +1600 °С	16 бит	$\Delta: \pm 9,3 \text{ }^{\circ}\text{C}^{4)}$	
	Сигналы напряжения постоянного тока:			
	от -100 до +100 мВ	16 бит	$\Delta: \pm 0,1 \text{ мВ}$	
	от -20 до +80 мВ	16 бит	$\Delta: \pm 0,05 \text{ мВ}$	
AI771	Сигналы (Ом) от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 ³⁾ :			
	Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$): от -200 до +850 °С	16 бит	$\Delta: \pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	
	Cu50 ($\alpha=0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$): от -50 до +150 °С	16 бит	$\Delta: \pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	
	Cu50 ($\alpha=0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$): от -50 до +150 °С	16 бит	$\Delta: \pm 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	
	Сигналы электрического сопротивления:			
	от 1 до 400 Ом	16 бит	$\Delta: \pm 0,25 \text{ Ом}$	
AO751	16 бит	от 0 до 10 мА, от 4 до 20 мА, от 0 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,2 \%$	$\gamma: \pm 0,45 \%$

¹⁾ При температуре окружающей среды от минус 20 до плюс 5 °С включ.

²⁾ При температуре окружающей среды св. плюс 5 до плюс 70 °С.

³⁾ Допускается использование контроллеров в поддиапазоне измерений, находящегося в пределах верхней и нижней границы указанного диапазона измерений. При этом: для сигналов (мВ) от термопар и для сигналов (Ом) от термопреобразователей сопротивления интервал измерений должен быть не менее 50 °С.

⁴⁾ Пределы допускаемых погрешностей измерений сигналов от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 указаны без учета основной абсолютной погрешности автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопар, которая не превышает $\pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Автоматическая компенсация температуры свободных (холодных) концов термопар осуществляется с помощью автономного сенсора модуля AI762.

Примечание – Приняты следующие обозначения и сокращения:

γ – пределы допускаемой приведенной погрешности, % (нормирующим значением принята разность между максимальным и минимальным значениями диапазона преобразований);

Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности, в единицах измеряемого параметра;

α – температурный коэффициент термопреобразователя сопротивления, $^{\circ}\text{C}^{-1}$.