



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

Барьеры изолированные защитные HD5500

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1207/1-311229-2024

г. Казань
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на барьеры изолированные защитные HD5500 (далее – барьер), изготовленные Zhejiang SUPCON Instrument Co., Ltd, Китай, и устанавливает методику их 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 барьеров обеспечивается в соответствии с:

– Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520, к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2023);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Росстандарта 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 Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456, к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014).

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

1.5 Допускается проведение поверки барьеров 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
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов силы постоянного тока	Да	Да	9.1
Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов терморпар по ГОСТ Р 8.585–2001	Да	Да	9.2

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 основной абсолютной погрешности преобразования сигналов напряжения постоянного тока	Да	Да	9.3
Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009	Да	Да	9.4
Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов электрического сопротивления	Да	Да	9.5
Оформление результатов поверки	Да	Да	10
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку барьеров прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С	от +21 до +25
– относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
– атмосферное давление, кПа	от 84 до 106
– напряжение питания постоянного тока, В	от 20 до 35

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 барьеры, 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 барьеров 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
9.1	Рабочий эталон 2-го разряда в режиме воспроизведения 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» с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 мкА в диапазоне от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R), модификация ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.1–9.5	Рабочий эталон 2-го разряда в режиме измерения 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» с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 4 мкА в диапазоне от 4 до 20 мА	Калибратор
9.2, 9.3	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 эталона и средства измерений должно быть не более 1/2	Калибратор
9.4, 9.5	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 эталона и средства измерений должно быть не более 1/2	Мера многозначная электрического сопротивления МС3057 (регистрационный номер 69532-17 в ФИФОЕИ) (далее – ММЭС)
8, 9.1–9.5	<p>Средство измерений температуры окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С в диапазоне измерений от 21 до 25 °С</p> <p>Средство измерений относительной влажности окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 % в диапазоне измерений от 30 до 80 %</p> <p>Средство измерений атмосферного давления: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа</p>	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
8	Средство измерений температуры окружающей среды: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,05$ °С в диапазоне измерений от 21 до 25 °С	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, 9.1–9.5	Средство измерений напряжения постоянного тока: пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ В в диапазоне измерений от 20 до 35 В	Мультиметр цифровой Fluke 107 (регистрационный номер 57587-14 в ФИФОЕИ) (далее – Fluke 107)
8, 9.1–9.5	Источник питания с диапазоном напряжения питания постоянного тока от 20 до 35 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 барьеру.		

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 барьеров, 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 барьеров 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 барьеров сведениям, приведенным в описании типа;
- наличие маркировки с обозначением модели и заводского номера барьера;
- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность барьера;
- отсутствие деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- четкость надписей и обозначений.

7.2 Результаты поверки по пункту 7 считают положительными, если:

- внешний вид и комплектность барьеров соответствует сведениям, приведенным в описании типа;
- маркировка барьеров включает информацию о модели и заводском номере;
- внешние повреждения, влияющие на работоспособность барьеров, отсутствуют;

- отсутствуют детали с ослабленным или неисправным креплением;
- надписи и обозначения 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 на барьеры;
- изучают настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки и барьеры выдерживают при условиях, 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.

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

8.3 При подготовке к поверке барьеров модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенных на измерение и преобразование сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001, контролируют температуру окружающей среды вблизи клеммных соединений «3» и «4» с помощью ЛТ-300.

8.4 При подготовке к поверке барьеров модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB к барьерам подключают персональный (планшетный) компьютер (далее – ПК) с помощью кабеля Micro-USB или Bluetooth-адаптера SUPCON HD55-BT. На ПК запускают сервисное программное обеспечение, настраивают соединение с поверяемым барьером и фиксируют следующие данные:

- тип и диапазон измерений входного сигнала;
- настроенный нижний предел преобразования, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 4 мА;
- настроенный верхний предел преобразования, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 20 мА.

8.5 При опробовании барьеров убеждаются, что на барьерах исправно горят индикаторы, сигнализирующие о наличии питания.

8.6 При опробовании барьеров модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB дополнительно фиксируют измеренное барьером значение температуры свободных концов термопар (холодного спая) $t_{XC(HD)}$, °С, и значение температуры окружающей среды вблизи клеммных соединений «3» и «4», измеренной с помощью ЛТ-300, t_{OC} , °С.

8.7 Результаты опробования барьеров модификаций HD5542, HD5542.AT, HD5542.DB, HD5542.PB, HD5543, HD5543.AT, HD5543.DB, HD5543.PB, HD5546, HD5546.AT, HD5546.DB, HD5546.PB считают положительными, если через пять минут после включения барьеров горят индикаторы, сигнализирующие о наличии питания.

8.8 Результаты опробования барьеров модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB считают положительными, если:

- через пять минут после включения барьера горит индикатор, сигнализирующий о наличии питания;
- выполняется условие

$$|t_{XC(HD)} - t_{OC}| \leq 1 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (1)$$

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов силы постоянного тока

9.1.1 Поверку по пункту 9.1 проводят для барьеров модификаций HD5542, HD5542.AT, HD5542.DB, HD5542.PB, HD5543, HD5543.AT, HD5543.DB, HD5543.PB, HD5546, HD5546.AT, HD5546.DB, HD5546.PB.

9.1.2 Подключают калибратор к входным клеммам барьера в режиме воспроизведения/имитации сигналов силы постоянного тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.3 Подключают калибратор к выходным клеммам барьера в режиме измерения сигналов силы постоянного тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.4 Для поверки выбирают пять контрольных точек $I_{эТ_i}$, мА, равномерно распределенных по диапазону преобразования входных сигналов силы постоянного тока (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона).

9.1.5 С помощью калибратора задают электрический сигнал силы постоянного тока $I_{эТ_i}$, мА, для первой контрольной точки.

9.1.6 После стабилизации показаний считывают с дисплея калибратора измеренное значение выходного сигнала силы постоянного тока барьера $I_{изм_i}$, мА.

9.1.7 Вычисляют основную абсолютную погрешность преобразования сигналов силы постоянного тока $\Delta_{I_{0_i}}$, мкА, по формуле

$$\Delta_{I_{0_i}} = (I_{изм_i} - I_{эТ_i}) \cdot 1000. \quad (2)$$

9.1.8 Повторяют операции по пунктам 9.1.5–9.1.7 для остальных контрольных точек.

9.1.9 Барьеры соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 9.1 считают положительными, если рассчитанные по формуле (2) значения основной абсолютной погрешности преобразования сигналов силы постоянного тока не выходят за пределы, указанные в приложении А.

9.2 Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001

9.2.1 Поверку по пункту 9.2 проводят для барьеров модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенных на преобразование сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001.

9.2.2 Подключают калибратор к входным клеммам барьера в режиме воспроизведения сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.3 Подключают калибратор к выходным клеммам барьера в режиме измерения сигналов силы постоянного тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.4 К барьеру подключают ПК с помощью кабеля Micro-USB или Bluetooth-адаптера. Запускают сервисное программное обеспечение, настраивают соединение с поверяемым барьером.

9.2.5 С помощью сервисного программного обеспечения фиксируют измеренное барьером значение температуры свободных концов термопар (холодного спая) $t_{ХС(HD)}$, °С, и вводят измеренное значение в калибратор в окне настройки температуры холодного спая термопары $t_{ХС}$, °С.

Примечание – При поверке дополнительно контролируют выполнение условия

$$|t_{ХС(HD)} - t_{ХС}| \leq 0,2 \text{ °С}. \quad (3)$$

При невыполнении условия (3) корректируют температуру холодного спая термопары в калибраторе согласно измеренному барьером значению $t_{ХС(HD)}$, °С.

9.2.6 Для поверки выбирают пять контрольных точек T_i , °С, равномерно распределенных по настроенному диапазону преобразования сигнала термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона).

9.2.7 Для настроенного в барьере типа и диапазона входного сигнала термопары по ГОСТ Р 8.585–2001 находят значения напряжения постоянного тока U_i , мВ, соответствующие значениям температур T_i , °С (в соответствии с типом номинальной статической характеристики по ГОСТ Р 8.585–2001).

9.2.8 С помощью калибратора задают электрический сигнал термопары по ГОСТ Р 8.585–2001 T_i , °С, для первой контрольной точки.

9.2.9 После стабилизации показаний:

– с ПК считывают измеренное барьером значение сигнала термопары по ГОСТ Р 8.585–2001 $T_{изм_i}$, °С;

– с ПК считывают измеренное барьером значение сигнала напряжения постоянного тока $U_{изм_i}$, мВ, соответствующее значению температуры $T_{изм_i}$, °С;

– с дисплея калибратора считывают измеренное значение выходного сигнала силы постоянного тока барьера $I_{изм_i}$, мА.

9.2.10 Проверяют выполнение условия

$$|0,5 \cdot U_i| \leq 15 \text{ мкВ.} \quad (4)$$

9.2.10.1 При выполнении условия согласно пункту 9.2.10, вычисляют основную абсолютную погрешность барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 $\Delta_{TC_{0i}}$, мкВ, по формуле

$$\Delta_{TC_{0i}} = (U_{изм_i} - U_i) \cdot 1000. \quad (5)$$

9.2.10.2 При невыполнении условия согласно пункту 9.2.10, вычисляют основную относительную погрешность барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 $\delta_{TC_{0i}}$, %, по формуле

$$\delta_{TC_{0i}} = \frac{(U_{изм_i} - U_i) \cdot 100}{U_i}. \quad (6)$$

9.2.11 Вычисляют основную абсолютную погрешность барьеров при преобразовании цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока $\Delta_{U_{0i}}$, мкА, по формуле

$$\Delta_{U_{0i}} = (I_{изм_i} - I_{TC_i}) \cdot 1000, \quad (7)$$

где I_{TC_i} – значение силы постоянного тока, мА, соответствующее измеренному барьером значению сигнала термопары по ГОСТ Р 8.585–2001 $T_{изм_i}$, °С, которую рассчитывают по формуле

$$I_{TC_i} = 4 + \frac{(T_{изм_i} - T_{min})}{(T_{max} - T_{min})} \cdot 16, \quad (8)$$

где T_{min} – нижний предел настроенного диапазона преобразования входного сигнала термопары по ГОСТ Р 8.585–2001, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 4 мА, °С;

T_{max} – верхний предел настроенного диапазона преобразования входного сигнала термопары по ГОСТ Р 8.585–2001, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 20 мА, °С.

9.2.12 Повторяют операции по пунктам 9.2.8–9.2.11 для остальных контрольных точек.

9.2.13 Барьеры модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенные на преобразование сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001, соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 9.2 считают положительными, если:

– рассчитанные по формуле (5) значения основной абсолютной погрешности барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 или рассчитанные по формуле (6) значения основной относительной погрешности барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 не выходят за пределы, указанные в приложении А;

– рассчитанные по формуле (7) значения основной абсолютной погрешности барьеров при преобразовании цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока не выходят за пределы, указанные в приложении А.

9.3 Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов напряжения постоянного тока

9.3.1 Поверку по пункту 9.3 проводят для барьеров модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенных на преобразование сигналов напряжения постоянного тока.

9.3.2 Подключают калибратор к входным клеммам барьера в режиме воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3.3 Подключают калибратор к выходным клеммам барьера в режиме измерения сигналов силы постоянного тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.3.4 К барьеру подключают ПК с помощью кабеля Micro-USB или Bluetooth-адаптера. Запускают сервисное программное обеспечение, настраивают соединение с барьером.

9.3.5 Для поверки выбирают пять контрольных точек $U_{этi}$, мВ, равномерно распределенных по диапазону преобразования входных сигналов напряжения постоянного тока (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона).

9.3.6 С помощью калибратора задают электрический сигнал напряжения постоянного тока $U_{этi}$, мВ, для первой контрольной точки.

9.3.7 После стабилизации показаний:

– с ПК считывают измеренное барьером значение сигнала напряжения постоянного тока $U_{измi}$, мВ;

– с дисплея калибратора считывают измеренное значение выходного сигнала силы постоянного тока барьера $I_{измi}$, мА.

9.3.8 Проверяют выполнение условия

$$|0,5 \cdot U_{этi}| \leq 15 \text{ мкВ.} \quad (9)$$

9.3.8.1 При выполнении условия согласно пункту 9.3.8, вычисляют основную абсолютную погрешность барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов напряжения постоянного тока $\Delta_{U_{oi}}$, мкВ, по формуле

$$\Delta_{U_{oi}} = (U_{измi} - U_{этi}) \cdot 1000. \quad (10)$$

9.3.8.2 При невыполнении условия согласно пункту 9.3.8, вычисляют основную относительную погрешность барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов напряжения постоянного тока $\delta_{U_{oi}}$, %, по формуле

$$\delta_{U_{oi}} = \frac{(U_{измi} - U_{этi}) \cdot 100}{U_i}. \quad (11)$$

9.3.9 Вычисляют основную абсолютную погрешность барьеров при преобразовании цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока $\Delta_{I_{oi}}$, мкА, по формуле

$$\Delta_{I_{oi}} = (I_{измi} - I_{U_i}) \cdot 1000, \quad (12)$$

где I_{U_i} – значение силы постоянного тока, мА, соответствующее измеренному барьером значению сигнала напряжения постоянного тока $U_{измi}$, мВ, которую рассчитывают по формуле

$$I_{U_i} = 4 + \frac{(U_{измi} - U_{min})}{(U_{max} - U_{min})} \cdot 16, \quad (13)$$

где U_{min} – нижний предел настроенного диапазона преобразования входного сигнала напряжения постоянного тока, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 4 мА, мВ;

U_{max} – верхний предел настроенного диапазона преобразования входного сигнала напряжения постоянного тока, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 20 мА, мВ.

9.3.10 Повторяют операции по пунктам 9.3.6–9.3.9 для остальных контрольных точек.

9.3.11 Барьеры модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенные на преобразование сигналов напряжения постоянного тока, соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 9.3 считают положительными, если:

– рассчитанные по формуле (10) значения основной абсолютной погрешности барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов напряжения постоянного тока или рассчитанные по формуле (11) значения основной относительной погрешности барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов напряжения постоянного тока не выходят за пределы, указанные в приложении А;

– рассчитанные по формуле (12) значения основной абсолютной погрешности барьеров при преобразовании цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока не выходят за пределы, указанные в приложении А.

9.4 Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009

9.4.1 Поверку по пункту 9.4 проводят для барьеров модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенных на преобразование сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009.

9.4.2 Подключают ММЭС к входным клеммам барьера в соответствии с руководством по эксплуатации по трехпроводной или четырехпроводной схеме подключения.

9.4.3 Подключают калибратор к выходным клеммам барьера в режиме измерения сигналов силы постоянного тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.4.4 К барьеру подключают ПК с помощью кабеля Micro-USB или Bluetooth-адаптера. Запускают сервисное программное обеспечение, настраивают соединение с поверяемым барьером.

9.4.5 Для поверки выбирают пять контрольных точек T_i , °С, равномерно распределенных по настроенному диапазону преобразования сигнала термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651–2009 (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона).

9.4.6 Для настроенного в барьере типа и диапазона входного сигнала находят значения сопротивления R_i , Ом, соответствующие значениям температуры T_i , °С (в соответствии с типом номинальной статической характеристики по ГОСТ 6651–2009).

9.4.7 С помощью ММЭС устанавливают электрический сигнал сопротивления R_i , Ом, для первой контрольной точки (с учетом начального сопротивления ММЭС).

9.4.8 После стабилизации показаний:

– с ПК считывают измеренное барьером значение сигнала термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651–2009 $T_{изм_i}$, °С;

– с ПК считывают измеренное барьером значение сигнала электрического сопротивления $R_{изм_i}$, Ом, соответствующее значению температуры $T_{изм_i}$, °С;

– с дисплея калибратора считывают измеренное значение выходного сигнала силы постоянного тока барьера $I_{изм_i}$, мА.

9.4.9 Вычисляют основную абсолютную погрешность барьеров при аналого-цифровом преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 $\Delta_{RTD_{0i}}$, Ом, по формуле

$$\Delta_{RTD_{0i}} = R_{изм_i} - R_i. \quad (14)$$

9.4.10 Вычисляют основную абсолютную погрешность барьеров при преобразовании цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока Δ_{RIO_i} , мкА, по формуле

$$\Delta_{RIO_i} = (I_{изм_i} - I_{RTD_i}) \cdot 1000, \quad (15)$$

где I_{RTD_i} – значение силы постоянного тока, мА, соответствующее измеренному барьером значению сигнала термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651–2009 $T_{изм_i}$, °С, которое рассчитывают по формуле

$$I_{RTD_i} = 4 + \frac{(T_{изм_i} - T_{min})}{(T_{max} - T_{min})} \cdot 16, \quad (16)$$

где T_{min} – нижний предел настроенного диапазона преобразования входного сигнала термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651–2009, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 4 мА, °С;

T_{max} – верхний предел настроенного диапазона преобразования входного сигнала термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651–2009, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 20 мА, °С.

9.4.11 Повторяют операции по пунктам 9.4.7–9.4.10 для остальных контрольных точек.

9.4.12 Барьеры модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенные на преобразование сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009, соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 9.4 считают положительными, если:

– рассчитанные по формуле (14) значения основной абсолютной погрешности барьеров при аналого-цифровом преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 не выходят за пределы, указанные в приложении А;

– рассчитанные по формуле (15) значения абсолютной погрешности барьеров при преобразовании цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока не выходят за пределы, указанные в приложении А.

9.5 Определение основной абсолютной погрешности преобразования сигналов электрического сопротивления

9.5.1 Поверку по пункту 9.5 проводят для барьеров модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенных на преобразование сигналов электрического сопротивления.

9.5.2 Подключают ММЭС к входным клеммам барьера в соответствии с руководством по эксплуатации по трехпроводной или четырехпроводной схеме подключения.

9.5.3 Подключают калибратор к выходным клеммам барьера в режиме измерения сигналов силы постоянного тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.5.4 К барьеру подключают ПК с помощью кабеля Micro-USB или Bluetooth-адаптера. Запускают сервисное программное обеспечение, настраивают соединение с поверяемым барьером.

9.5.5 Для поверки выбирают пять контрольных точек $R_{эТ}$, Ом, равномерно распределенных по диапазону преобразования входных сигналов электрического сопротивления (например, 0-5; 25; 50; 75; 95-100 % от диапазона).

9.5.6 С помощью ММЭС устанавливают электрический сигнал сопротивления $R_{эТ}$, Ом, для первой контрольной точки (с учетом начального сопротивления ММЭС).

9.5.7 После стабилизации показаний:

– с ПК считывают измеренное барьером значение сигнала электрического сопротивления $R_{изм_i}$, Ом;

– с дисплея калибратора считывают измеренное значение выходного сигнала силы постоянного тока барьера $I_{изм_i}$, мА.

9.5.8 Вычисляют основную абсолютную погрешность барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов электрического сопротивления $\Delta_{R_{0i}}$, Ом, по формуле

$$\Delta_{R_{0i}} = R_{изм_i} - R_i \quad (17)$$

9.5.9 Вычисляют основную абсолютную погрешность барьеров при преобразовании цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока $\Delta_{R_{10i}}$, мкА, по формуле

$$\Delta_{R_{10i}} = (I_{изм_i} - I_{R_i}) \cdot 1000, \quad (18)$$

где I_{R_i} – значение силы постоянного тока, мА, соответствующее измеренному барьером значению сигнала электрического сопротивления $R_{изм_i}$, Ом, которое рассчитывают по формуле

$$I_{R_i} = 4 + \frac{(R_{изм_i} - R_{min})}{(R_{max} - R_{min})} \cdot 16, \quad (19)$$

где R_{min} – нижний предел настроенного диапазона преобразования входного сигнала электрического сопротивления, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 4 мА, Ом;

R_{max} – верхний предел настроенного диапазона преобразования входного сигнала электрического сопротивления, соответствующий значению выходного сигнала силы постоянного тока 20 мА, Ом.

9.5.10 Повторяют операции по пунктам 9.5.6–9.5.9 для остальных контрольных точек.

9.5.11 Барьеры модификаций HD5573, HD5573.AT, HD5573.DB, HD5573.PB, настроенные на преобразование сигналов электрического сопротивления, соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки по пункту 9.5 считают положительными, если:

– рассчитанные по формуле (17) значения основной абсолютной погрешности барьеров при аналого-цифровом преобразовании сигналов электрического сопротивления не выходят за пределы, указанные в приложении А;

– рассчитанные по формуле (18) значения основной абсолютной погрешности барьеров при преобразовании цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока не выходят за пределы, указанные в приложении А.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки. Пломбирование барьеров не предусмотрено.

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

10.3 По заявлению владельца барьера 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.

10.4 При проведении поверки барьеров в сокращенном объеме для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений (в соответствии с заявлением владельца), в сведениях о поверке, передаваемых в ФИФОЕИ, указывают информацию об объеме проведенной поверки.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Метрологические характеристики барьеров изолированных защитных HD5500

Метрологические характеристики барьеров приведены в таблицах А.1–А.4.

Таблица А.1 – Метрологические характеристики барьеров модификаций HD5542, HD5542.АТ, HD5542.DB, HD5542.PВ

Наименование параметра	Значение
Количество входов	1
Количество выходов	1
Диапазоны сигналов на входе	от 4 до 20 мА
Диапазоны сигналов на выходе	от 4 до 20 мА
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований, мкА	±15

Таблица А.2 – Метрологические характеристики барьеров модификаций HD5543, HD5543.АТ, HD5543.DB, HD5543.PВ

Наименование параметра	Значение
Количество входов	1
Количество выходов	2
Диапазоны сигналов на входе	от 4 до 20 мА
Диапазоны сигналов на выходе	от 4 до 20 мА
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований, мкА	±15

Таблица А.3 – Метрологические характеристики барьеров модификаций HD5546, HD5546.АТ, HD5546.DB, HD5546.PВ

Наименование параметра	Значение
Количество входов	1
Количество выходов	1
Диапазоны сигналов на входе	от 4 до 20 мА
Диапазоны сигналов на выходе	от 4 до 20 мА
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований, мкА	±16

Таблица А.4 – Метрологические характеристики барьеров модификаций HD5573, HD5573.АТ, HD5573.DB, HD5573.PВ

Наименование параметра	Значение
Количество входов	1
Количество выходов	1
Диапазоны сигналов (мВ) от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 на входе ^{1), 2)}	R: от -20 до +1750 °С; J: от -200 до +1200 °С; K: от -200 до +1370 °С; В: от +600 до +1800 °С; Е: от -200 до +950 °С; N: от -200 до +1300 °С; S: от -20 до +1750 °С; Т: от -200 до +400 °С
Диапазоны сигналов напряжения на входе ²⁾	от -75 до 75 мВ

Наименование параметра	Значение
Диапазоны сигналов (Ом) от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 на входе ^{2), 3)}	Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$): от -200 до +800 $^\circ\text{C}$; Pt1000 ($\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$): от -50 до +300 $^\circ\text{C}$; Cu50 ($\alpha=0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$): от -50 до +150 $^\circ\text{C}$
Диапазоны сигналов электрического сопротивления на входе ²⁾	от 0 до 2200 Ом
Диапазоны сигналов на выходе	от 4 до 20 мА
Пределы допускаемой основной погрешности аналого-цифрового преобразования входных сигналов напряжения и сигналов (мВ) от термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 (используют большее значение): – абсолютной, мкВ – относительной, %	± 15 $\pm 0,05$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности аналого-цифрового преобразования входных сигналов электрического сопротивления и сигналов (Ом) от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009, Ом: – при преобразовании сигналов (Ом) от термопреобразователей сопротивления Pt100 и Cu50 – при преобразовании сигналов (Ом) от термопреобразователей сопротивления Pt1000 и сигналов электрического сопротивления	$\pm 0,08$ ± 1
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразования цифрового сигнала в выходной сигнал силы постоянного тока, мкА	± 11
<p>¹⁾ Уровень входного сигнала в мВ в соответствии с ГОСТ Р 8.585–2001.</p> <p>²⁾ Указан максимальный диапазон измерений. Допускается использование барьеров в поддиапазоне измерений, находящегося в пределах верхней и нижней границы указанного диапазона измерений. Конкретный диапазон измерений зависит от типа подключаемого датчика, настроек барьера и указывается в информационной табличке изготовителя, закрепленной на корпусе барьера. При этом для сигналов (мВ) от термопар и для сигналов (Ом) от термопреобразователей сопротивления интервал измерений в температурном эквиваленте должен быть не менее 50 $^\circ\text{C}$.</p> <p>³⁾ Уровень входного сигнала в Ом в соответствии с ГОСТ 6651–2009.</p> <p>Примечание – Принято следующее обозначение: α – температурный коэффициент термопреобразователя сопротивления, $^\circ\text{C}^{-1}$.</p>	