

СОГЛАСОВАНО

**Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**

П. С. Казаков

2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы программно-технические AstraRegul

Методика поверки

МП-НИЦЭ-103-25

г. Москва

2025 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	6
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	10
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	10
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	11
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	11
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	19
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	21
ПРИЛОЖЕНИЕ А	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	26

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы программно-технические AstraRegul (далее – ПТК), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «РегСистем» (ООО «РегСистем»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость ПТК к:

– ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме (далее – ГПС), утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

– ГЭТ 4-91 согласно ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 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»;

– ГЭТ 14-2014 согласно ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

– ГЭТ 1-2022 согласно ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов из состава средства измерений и проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка ПТК должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, – прямой метод измерений.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Примечания:

1. При использовании настоящей методики поверки целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов на актуальность на момент применения методики поверки.

2. Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при использовании настоящей методики следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции 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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка электрического сопротивления изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока	Да	Да	10.2
Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов	Да	Да	10.4
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току	Да	Да	10.5

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 абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте	Да	Да	10.7
Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока	Да	Да	10.8
Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока	Да	Да	10.9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс (20 ± 5) °С;
- относительная влажность до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые ПТК и средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
<p>п. 10.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока</p>	<p>Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.</p> <p>Средства измерений силы постоянного тока в диапазоне воспроизведений от 0 до 20 мА.</p> <p>Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.</p> <p>Средства измерений силы постоянного тока в диапазоне воспроизведений от 0 до 20 мА.</p>	<p>для модулей, имеющих пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности, равные $\pm 0,10\%$ и $\pm 0,05\%$: Калибратор многофункциональный АОИР модификации Calys 150R, рег. № 48000-11</p> <p>для модулей, имеющих пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности, равные $\pm 0,025\%$: Калибратор процессов прецизионный Fluke 7526A, рег. № 54934-13</p>
<p>п.10.8 Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока</p>	<p>Эталоны единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.</p> <p>Средства измерений силы постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 20 мА.</p>	<p>Калибратор многофункциональный АОИР модификации Calys 150R, рег. № 48000-11</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 10.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока</p> <p>п. 10.9 Определение приведенной к диапазону воспроизведенных погрешности воспроизведенных измерений напряжения постоянного тока</p>	<p>Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.</p> <p>Средства измерений напряжения постоянного тока в диапазоне измерений и воспроизведений от -5 до +5 В, от 0 до +5 В, от -10 до +10 В, от 0 до 10 В, от -400 до +400 мВ</p>	<p>Калибратор многофункциональный АОИР модификации Calys 150R, рег. № 48000-11</p>
<p>п. 10.3 Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов</p>	<p>Эталоны единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360.</p> <p>Средства измерений частоты в диапазоне воспроизведений от 1 до 500000 Гц</p>	<p>Генератор сигналов произвольной формы DG1032Z, рег. № 56013-13</p>
<p>п. 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов</p>	<p>Диапазон воспроизведений количества импульсов от 1 до 10000 имп., пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений ± 1 имп.</p>	<p>Калибратор многофункциональный АОИР модификации Calys 150R, рег. № 48000-11</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 10.5</p> <p>Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току</p>	<p>Эталоны единицы сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456.</p> <p>Средства измерений сопротивления постоянного тока в диапазоне воспроизведенных от 1 до 450 Ом</p>	<p>Магазин сопротивления Р4831, рег. № 6332-77</p>
<p>п. 10.6</p> <p>Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте</p>	<p>Эталоны единицы сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456.</p> <p>Средства воспроизведения сопротивления постоянного тока в диапазоне воспроизведенных сопротивлений постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте: от -180 °С до +200 °С (50М), от -180 °С до +200 °С (100М), от -50 °С до +200 °С (50М), от -50 °С до +200 °С (100М), от -200 °С до +850 °С (50П), от -200 °С до +850 °С (100П), от -200 °С до +850 °С (Pt50), от -200 °С до +850 °С (Pt100), от -60 °С до +180 °С (50Н), от -60 °С до +180 °С (100Н), от -200 °С до +650 °С (46П), от -50 °С до +180 °С (53М)</p>	<p>Магазин сопротивления Р4831, рег. № 6332-77</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 10.7</p> <p>Определение абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте</p>	<p>Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.</p> <p>Средства измерений напряжения постоянного тока в диапазоне воспроизведений напряжения постоянного тока (ТЭДС) термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте:</p> <p>от -50 °С до +1760 °С (R), от -50 °С до +1760 °С (S), от 250 °С до +1820 °С (B), от -210 °С до +1200 °С (J), от -200 °С до +400 °С (T), от -200 °С до +1000 °С (E), от -270 °С до +1370 °С (K), от -200 °С до +1300 °С (N), от 0 °С до +2500 °С (A-1), от 0 °С до +1800 °С (A-2), от 0 °С до +1800 °С (A-3), от -200 °С до +800 °С (L)</p>	<p>Калибратор многофункциональный АОИР модификации Calys 150R, рег. № 48000-11</p>
Вспомогательные средства поверки		
<p>п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p>	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 3 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа.</p>	<p>Термогигрометр электронный «CENTER», рег. № 22129-09</p> <p>Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76</p>
<p>п. 8.3 Определение сопротивления изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p>	<p>Средства измерений сопротивления изоляции (на испытательное напряжение постоянного тока не ниже 0,5 кВ) с верхним пределом измерений не ниже 20 МОм, с пределами допускаемой относительной погрешности измерений ± 15 %.</p>	<p>Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.</p>		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые ПТК и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ПТК допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид ПТК соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- данные, указанные на маркировочной табличке, соответствуют данным, указанным в формуляре ПТК;
- комплектность ПТК соответствует данным, указанным в описании типа и формуляре;
- соблюдаются требования по защите ПТК от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и ПТК допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, ПТК к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый ПТК и на применяемые средства поверки;
- выдержать ПТК в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование ПТК

Опробование ПТК проводить в следующей последовательности:

- 1) включить в сеть ПТК в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации;

2) убедиться, что спустя десять минут, горят индикаторы «PWR» и «RUN» на модулях источника питания и центрального процессора контроллера, а также индикаторы «RUN» на всех модулях ввода/вывода контроллера.

ПТК допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании загораются индикаторы «PWR» и «RUN» на модулях источника питания и центрального процессора контроллера, а также индикаторы «RUN» на всех модулях ввода/вывода контроллера.

8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 испытательным напряжением 100 В для цепей с напряжением ниже 42 В (или испытательным напряжением 500 В для цепей с напряжением 220 В) между корпусом ПТК (клемма «PE») и клеммами сети питания (клеммы «L» и «N»). Перед началом проведения проверки необходимо отключить разъёмы со всех электронных модулей, контроллеров и других микроэлектронных и полупроводниковых элементов.

ПТК допускается к дальнейшей поверке, если при проверке электрического сопротивления изоляции измеренное значение электрического сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения (далее – ПО) проводить в следующей последовательности:

1) Средствами среды разработки ПО ПЛК Epsilon LD (Astra.IDE) сверить с отраженной в описании типа на ПТК версией ПО центрального процессора (далее – ЦПУ) и модулей ввода/вывода.

2) В онлайн-режиме открыть редактор модуля, для которого надо узнать версию ПО. В поле «FW version current» будет отражена текущая версия ПО модуля ввода/вывода.

3) Версия ПО ЦПУ доступна в журнале ПЛК. Для этого необходимо открыть редактор устройства ПЛК REGUL, перейти на вкладку «Журналы» и нажать кнопку обновить.

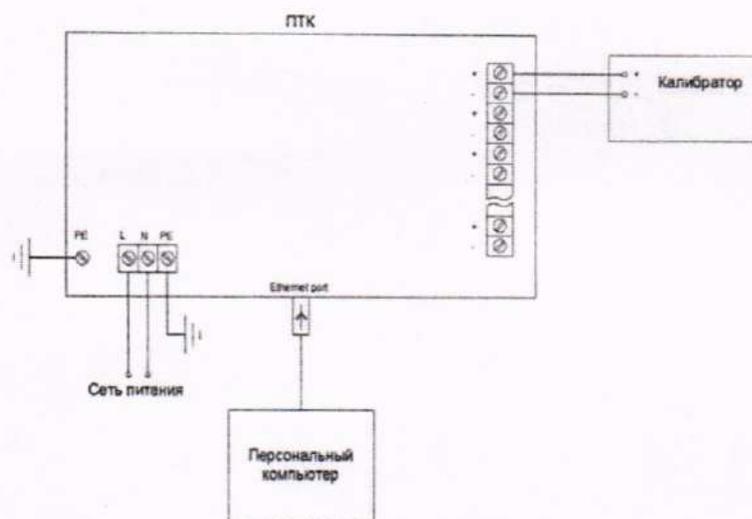
ПТК допускается к дальнейшей поверке, если метрологически значимая часть идентификационных данных ПО модулей ввода/вывода и ПО ЦПУ соответствует идентификационным данным, отраженным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока проводить в следующей последовательности:

1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 1;



ПТК – поверяемый ПТК;

Калибратор – калибратор многофункциональный AOIP модификации Calys 150R, или калибратор процессов прецизионный Fluke 7526A;

Рисунок 1 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока, абсолютной погрешности измерений количества импульсов

2) подать напряжение питания на ПТК;

3) на персональном компьютере (далее – ПК) на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим для отображения значений поверяемого канала (сила постоянного тока);

4) последовательно воспроизвести с помощью калибратора многофункционального AOIP модификации Calys 150R (далее – калибратор), или калибратора процессов прецизионного Fluke 7526A (далее – Fluke 7526A) значения силы постоянного тока, соответствующие значениям от 0 % до 5 %, от 45 % до 55 % и от 95 % до 100 % от диапазона измерений силы постоянного тока;

Примечание: Fluke 7526A использовать для модулей, имеющих пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности, равные $\pm 0,025$ %.

5) зафиксировать воспроизведенные с помощью калибратора или Fluke 7526A и измеренные с помощью ПТК значения силы постоянного тока;

6) рассчитать для каждого значения силы постоянного тока приведенную к диапазону измерений погрешность измерений силы постоянного тока по формуле (1);

7) повторить операции, приведенные в пп. 4) – 6) для каждого из каналов и каждого диапазона измерений силы постоянного тока.

10.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока проводить в следующей последовательности:

1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 2;

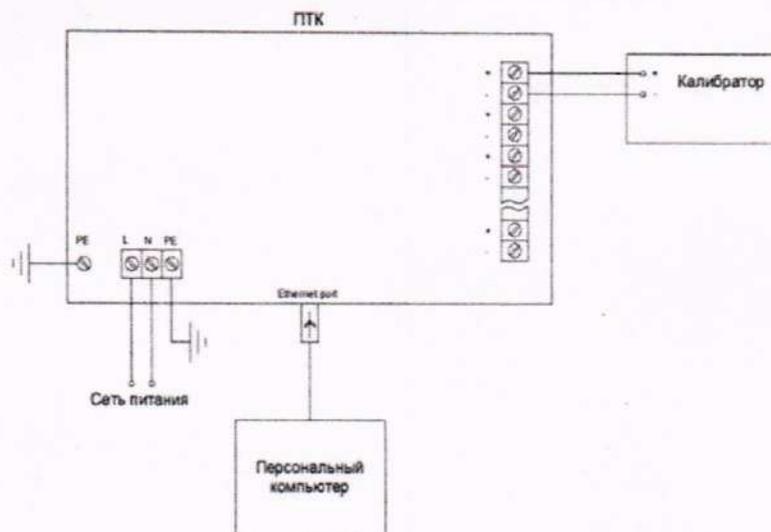


Рисунок 2 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока, абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте

2) подать напряжение питания на ПТК;

3) на ПК на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим для отображения значений поверяемого канала (напряжение постоянного тока);

4) последовательно воспроизвести с помощью калибратора значения напряжения постоянного тока, соответствующие значениям от 0 % до 5 %, от 45 % до 55 % и от 95 % до 100 % от диапазона измерений напряжения постоянного тока;

5) зафиксировать воспроизведенные с помощью калибратора и измеренные с помощью ПТК значения напряжения постоянного тока;

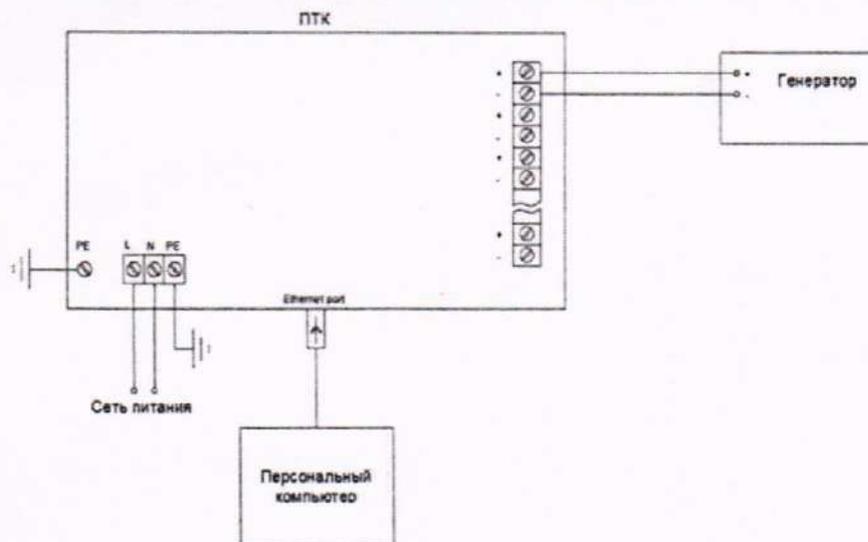
6) рассчитать для каждого значения напряжения постоянного тока приведенную к диапазону измерений погрешность измерений напряжения постоянного тока по формуле (2);

7) повторить операции, приведенные в пп. 4) – 6) для каждого из каналов для соответствующего диапазона измерений напряжения постоянного тока и каждого диапазона измерений напряжения постоянного тока.

10.3 Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов

Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов проводить в следующей последовательности:

1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 3;



Генератор – Генератор сигналов произвольной формы DG1032Z

Рисунок 3 – Схема подключений при определении относительной погрешности измерений частоты следования импульсов

2) подать напряжение питания на ПТК;

3) на ПК на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим для отображения значений проверяемого канала (частота следования импульсов);

4) последовательно воспроизвести с помощью генератора сигналов произвольной формы DG1032Z (далее – генератор) значения частоты следования импульсов, соответствующие значениям от 0 % до 5 %, от 45 % до 55 % и от 95 % до 100 % от диапазона измерений частоты следования импульсов при значении амплитуды выходного сигнала 5 В;

5) зафиксировать воспроизведенные с помощью генератора и измеренные с помощью ПТК значения частоты следования импульсов;

6) рассчитать для каждого значения частоты следования импульсов относительную погрешность измерений частоты следования импульсов по формуле (3);

7) повторить операции, приведенные в пп. 4) – 6) для каждого из каналов для соответствующего диапазона измерений частоты следования импульсов и каждого диапазона измерений частоты следования импульсов.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов

Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов проводить в следующей последовательности:

1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 1;

2) подать напряжение питания на ПТК;

3) на ПК на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим для отображения значений проверяемого канала (количество импульсов);

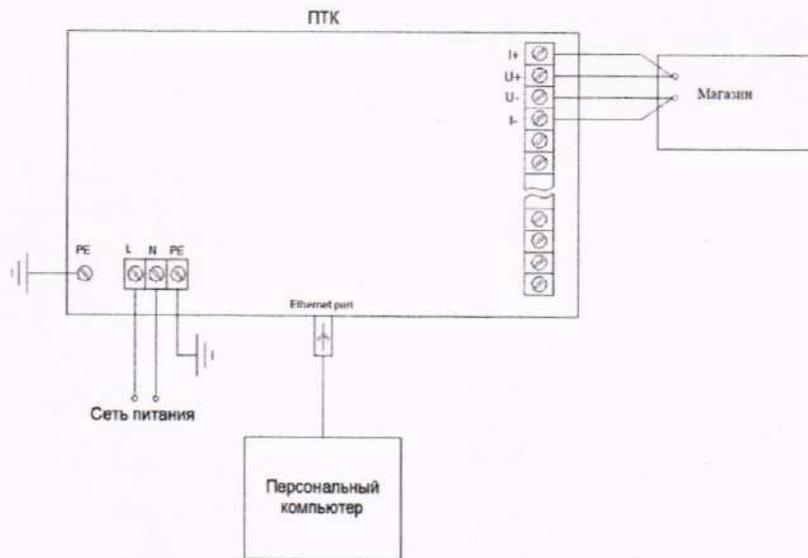
4) последовательно воспроизвести с помощью калибратора пакеты импульсов (при частоте выходного сигнала 10000 Гц и амплитуде сигнала 5 В), соответствующие значениям 1 и 9999 импульсов.;

- 5) зафиксировать воспроизведенные с помощью калибратора и измеренные с помощью ПТК значения количества импульсов;
- 6) рассчитать для каждого значения количества импульсов абсолютную погрешность измерений количества импульсов по формуле (4);
- 7) повторить операции, приведенные в пп. 4) – 6) для каждого из каналов.

10.5 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 4 (схема подключений – четырехпроводная);



Магазин – Магазин сопротивления Р4831

Рисунок 4 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току, абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте

- 2) подать напряжение питания на ПТК;
- 3) на ПК на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим для отображения значений поверяемого канала (сопротивление постоянному току). Выбрать в меню четырехпроводную схему подключения;
- 4) последовательно воспроизвести с помощью магазина сопротивления Р4831 (далее – магазин) значения сопротивления постоянному току, соответствующие значениям от 0 % до 5 %, от 45 % до 55 % и от 95 % до 100 % от диапазона измерений сопротивления постоянному току;
- 5) зафиксировать воспроизведенные с помощью магазина и измеренные с помощью ПТК значения сопротивления постоянному току;
- 6) рассчитать для каждого значения сопротивления постоянного тока приведенную к диапазону измерений погрешность измерений сопротивления постоянному току по формуле (5);
- 7) повторить операции, приведенные в пп. 4) - 6) для каждого из каналов.

10.6 Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте

Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 4 (схема подключений – четырехпроводная);
- 2) подать напряжение питания на ПТК;
- 3) на ПК на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим для отображения значений поверяемого канала в температурном эквиваленте. Выбрать в меню четырехпроводную схему подключения;
- 4) согласно таблице 3 установить соответствующий тип термопреобразователя сопротивления и последовательно воспроизвести с помощью магазина значения сопротивления постоянному току, эквивалентные значениям температуры;

Таблица 3 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте

Тип термопреобразователя сопротивления	Значение сопротивления постоянному току термопреобразователя сопротивления в температурном эквиваленте, °С	Значение сопротивления постоянному току, эквивалентное значению температуры, Ом
46П (гр. 21)	-200	7,950
	+195	80,570
	+650	153,300
100П ($\alpha=0,00391$)	-200	17,2444
	+325	222,8229
	+850	395,1638

- 5) зафиксировать значения температуры, измеренные с помощью ПТК;
- 6) рассчитать для каждого значения сопротивления постоянного тока термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте абсолютную погрешность измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте по формуле (6);
- 7) повторить операции, приведенные в пп. 3) – 4) для каждого из каналов.

10.7 Определение абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте

Определение абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 2;
- 2) подать напряжение питания на ПТК;
- 3) на ПК на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим для отображения значений поверяемого канала в температурном эквиваленте;
- 4) согласно таблице 4 установить соответствующий тип термоэлектрического преобразователя и последовательно воспроизвести с помощью калибратора значения напряжения постоянного тока, эквивалентные значениям температуры. Для измерений температуры холодного спая использовать заранее предустановленную температуру, равную 0 °С для соответствующей НСХ (настраивается при конфигурации ПТК);

Таблица 4 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте

Тип термопары	Значение ТЭДС термоэлектрического преобразователя в температурном эквиваленте, °С	Значение напряжения постоянного тока, эквивалентное значению температуры, мВ
Т	-200	-5,603
	+400	20,872
В	+250	0,291
	+1820	13,820
А-1	0	0,000
	+2500	33,640

- 5) зафиксировать значения температуры, измеренные с помощью ПТК;
- 6) рассчитать для каждого значения абсолютную погрешность измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте по формуле (7);
- 7) повторить операции, приведенные в пп. 3) – 6) для каждого из каналов.

10.8 Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока

Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 5;

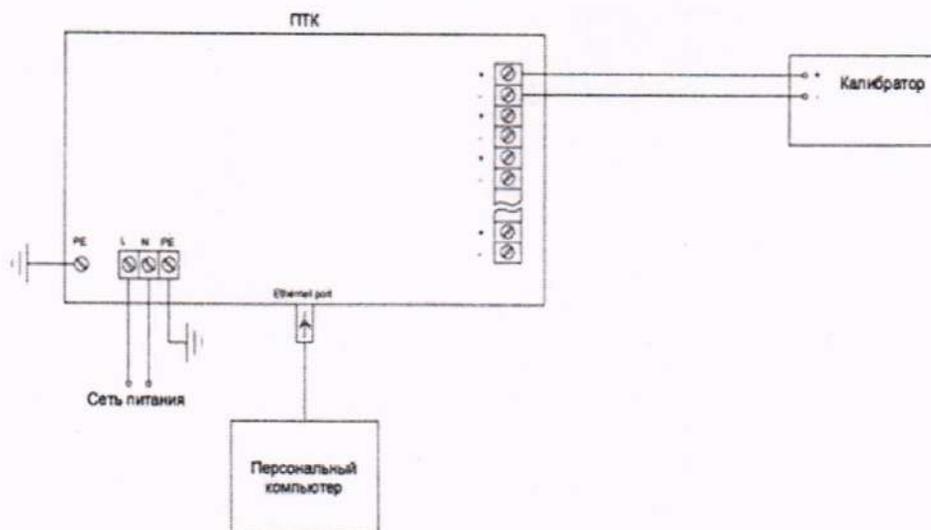


Рисунок 5 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока

- 2) подать напряжение питания на ПТК;
- 3) на ПК на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим воспроизведений силы постоянного тока дляверяемого канала;
- 4) последовательно воспроизвести с помощью ПТК значения силы постоянного тока, соответствующие значениям от 0 % до 5 %, от 45 % до 55 % и от 95 % до 100 % от диапазона воспроизведений силы постоянного тока;
- 5) зафиксировать воспроизведенные с помощью ПТК и измеренные с помощью калибратора (в режиме измерений силы постоянного тока) значения силы постоянного тока;
- 6) рассчитать для каждого значения приведенную к диапазону воспроизведений погрешность воспроизведений силы постоянного тока по формуле (8);
- 7) повторить операции, приведенные в пп. 4) – 6) для каждого из каналов и каждого диапазона воспроизведений силы постоянного тока.

10.9 Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока

Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 6;

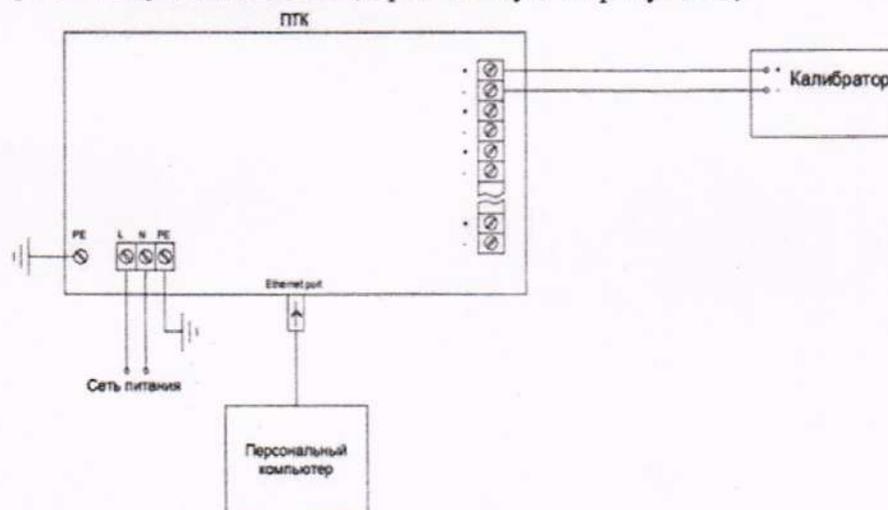


Рисунок 6 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока

- 2) подать напряжение питания на ПТК;
- 3) на ПК на вкладке «Программная конфигурация» открыть контур управления. В открытом окне контура управления перейти в «Live» режим воспроизведения напряжения постоянного тока для поверяемого канала;
- 4) последовательно воспроизвести с помощью ПТК значения напряжения постоянного тока, соответствующие значениям от 0 % до 5 %, от 45 % до 55 % и от 95 % до 100 % от диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока;
- 5) зафиксировать воспроизведенные с помощью ПТК и измеренные с помощью калибратора (в режиме измерений напряжения постоянного тока) значения напряжения постоянного тока;
- 6) повторить операции, приведенные в пп. 4) – 5) для каждого из каналов и каждого диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Приведенную к диапазону измерений погрешность измерений силы постоянного тока γ_I , %, рассчитать по формуле:

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

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное ПТК, мА;
 $I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, воспроизведенное с помощью калибратора, мА;
 $I_{\text{норм}}$ – нормирующее значение, равное ширине диапазона измерений силы постоянного тока, мА.

11.2 Приведенную к диапазону измерений погрешность измерений напряжения постоянного тока γ_U , %, рассчитать по формуле:

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

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное ПТК, мВ (В);
 $U_{\text{эт}}$ – значение напряжения постоянного тока, воспроизведенное с помощью калибратора, мВ (В);
 $U_{\text{норм}}$ – нормирующее значение, равное ширине диапазона измерений напряжения постоянного тока, мВ (В).

11.3 Относительную погрешность измерений частоты следования импульсов δ_f , %, рассчитать по формуле:

$$\delta_f = \frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{эт}}}{f_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $f_{\text{изм}}$ – значение частоты следования импульсов, измеренное ПТК, Гц;
 $f_{\text{эт}}$ – значение частоты следования импульсов, воспроизведенное генератором, Гц.

11.4 Абсолютную погрешность измерений количества импульсов, Δ_T , имп., рассчитать по формуле:

$$\Delta_T = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{изм}}$ – значение количества импульсов, измеренное ПТК, имп.;
 $T_{\text{эт}}$ – значение количества импульсов, измеренное частотомером, имп.

11.5 Приведенную к диапазону измерений погрешность измерений сопротивления постоянному току, γ_R , %, рассчитать по формуле:

$$\gamma_R = \frac{R_{\text{изм}} - R_{\text{эт}}}{R_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $R_{\text{изм}}$ – значение сопротивления постоянному току, измеренное ПТК, Ом;
 $R_{\text{эт}}$ – значение сопротивления постоянному току, воспроизведенное с помощью магазина, Ом;
 $R_{\text{норм}}$ – нормирующее значение, равное ширине диапазона измерений сопротивления постоянному току, Ом.

11.6 Абсолютную погрешность измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте Δ_{IR} , °С, рассчитать по формуле:

$$\Delta_{IR} = t_{измR} - t_{этR}, \quad (6)$$

где $t_{измR}$ – значение сопротивления постоянному току, измеренное ПТК в температурном эквиваленте, °С;

$t_{этR}$ – значение сопротивления постоянному току, воспроизведенное магазином в температурном эквиваленте по ГОСТ 6651-2009 или в соответствии с таблицей Б.1 для НСХ 46П (гр. 21), °С.

11.7 Абсолютную погрешность измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте Δ_{IU} , °С, рассчитать по формуле:

$$\Delta_{IU} = t_{измU} - t_{этU}, \quad (7)$$

где $t_{измU}$ – значение температуры, измеренное ПТК в температурном эквиваленте, °С;

$t_{этU}$ – значение температуры, воспроизведенное калибратором в температурном эквиваленте по ГОСТ Р 8.585-2001, °С.

11.8 Приведенную к диапазону воспроизведений погрешность воспроизведений силы постоянного тока $\gamma_{Iв}$, %, рассчитать по формуле:

$$\gamma_{Iв} = \frac{I_{воспр} - I_{эт.U}}{I_{норм.U}} \cdot 100, \quad (8)$$

где $I_{воспр}$ – значение силы постоянного тока, воспроизведенное с помощью ПТК, мА;

$I_{эт.U}$ – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором (в режиме измерений силы постоянного тока), мА.

11.9 Приведенную к диапазону воспроизведений погрешность воспроизведений напряжения постоянного тока $\gamma_{Uв}$, %, рассчитать по формуле:

$$\gamma_{Uв} = \frac{U_{воспр} - U_{эт.U}}{U_{норм.U}} \cdot 100, \quad (9)$$

где $U_{воспр}$ – значение напряжения постоянного тока, воспроизведенное с помощью ПТК, В;

$U_{эт.U}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное калибратором (в режиме измерений напряжения постоянного тока), В.

ПТК подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблицах А.1 – А.4 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда ПТК не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку ПТК прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки ПТК подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

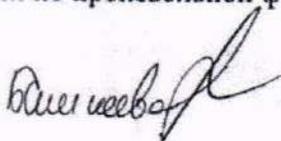
12.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измерительных каналов из состава средства измерений, измеряемых величин, выполнена поверка.

12.3 По заявлению владельца ПТК или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда ПТК подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на ПТК знака поверки, и (или) внесением в паспорт ПТК записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.4 По заявлению владельца ПТК или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда ПТК не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.5 Протоколы поверки ПТК оформляются по произвольной форме.

Инженер 2 категории ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



Е.А. Башкеева

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики приборов

Таблица А.1 – Метрологические характеристики при измерении параметров

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Модули ввода аналоговых сигналов контроллера	Пределы допускаемой погрешности измерений (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведённой γ^1 , %)			
			основной	-		дополнительной ²⁾ на 1 °С, %
				БГР	СГР (0,05)	
Сила постоянного тока	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА	R500 AI XX 04Y R500 AI XX 14Y R500 AI XX 24Y R500 AI XX 34Y	±0,025 (γ)	±0,060 (γ)	±0,150 (γ)	±0,002
		R500S AI XX 84Y	±0,05 (γ)	±0,10 (γ)	±0,15 (γ)	±0,002
		R500 AI XX 01Y R500 AI XX 05Y R500 AI XX 06Y R500 AS XX 01Y	±0,10 (γ)	±0,15 (γ)	±0,20 (γ)	±0,002
	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА (поддержка HART-протокола)	R500 AI XX 02Y R500 AI XX 08Y R500S AI XX 88Y	±0,10 (γ)	±0,15 (γ)	±0,20 (γ)	±0,002
Напряжение постоянного тока	от -5 до +5 В от 0 до +5 В от -10 до +10 В от 0 до 10 В	R500 AI XX 04Y R500 AI XX 14Y R500 AI XX 24Y R500 AI XX 34Y	±0,025 (γ)	±0,100 (γ)	±0,150 (γ)	±0,002
	от -5 до +5 В от 0 до +5 В от -10 до +10 В от 0 до +10 В	R500 AI XX 06Y R500S AI XX 85Y	±0,10 (γ)	±0,15 (γ)	±0,20 (γ)	±0,002
		R500S AI XX 86Y	±0,05 (γ)	±0,10 (γ)	±0,15 (γ)	±0,002
	от -400 до +400 мВ	R500 AI XX 03Y R500 AI XX 13Y	±0,10 (γ)	±0,15 (γ)	±0,20 (γ)	±0,002
Напряжение постоянного тока	от -10 до +10 В от 0 до +10 В	R500 AI XX 05Y R500 AS XX 01Y	±0,10 (γ)	±0,15 (γ)	±0,20 (γ)	±0,002

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Модули ввода аналоговых сигналов контроллера	Пределы допускаемой погрешности измерений (абсолютной Δ , относительной δ , %, приведённой γ^1 , %)			
			основной БГР	-		дополнительной ²⁾ на 1 °С, %
				СГР (0,05)	СГР (0,1)	
Электрическое сопротивление постоянному току	от 1 до 450 Ом	R500 AI XX 03Y R500 AI XX 13Y	±0,10 (γ)	±0,15 (γ)	±0,20 (γ)	±0,002
		R500 AI XX 01Y R500 AI XX 08Y R500 AS XX 01Y R500 AI XX 05Y R500S AI XX 88Y	-	±0,15 (γ)	±0,20 (γ)	-
Частота следования импульсов	от 1 до 500000 Гц	R500 DA XX 01Y R500 DA XX 02Y	±0,01 (δ)	±0,02 (δ)	±0,03 (δ)	-
Количество импульсов	от 1 до 2 ³²	R500 DA XX 01Y R500 DA XX 02Y	±1 имп. (Δ)	±1 имп. (Δ)	±1 имп. (Δ)	-
Примечания 1. «XX» - количество каналов; «Y» - номер разработки. 1) При расчете приведённой погрешности в качестве нормирующего значения принимается диапазон измерений. 2) Дополнительная погрешность ИК типа БГР, значение которой для рабочих условий рассчитывается от температуры окружающей среды в нормальных условиях от +15 до +25 °С.						

Таблица А.2 – Метрологические характеристики при воспроизведении параметров

Наименование характеристики	Диапазон воспроизведений	Модули вывода аналоговых сигналов контроллера	Пределы допускаемой погрешности, приведённой к диапазону воспроизведения параметра, %			
			основной БГР	-		дополнительной ¹⁾ на 1 °С, %
				СГР (0,05)	СГР (0,1)	
Напряжение постоянного тока	от -5 до +5 В от 0 до +5 В от -10 до +10 В от 0 до +10 В	R500 AO XX 03Y	±0,10	±0,15	±0,20	±0,0025
	от -10 до +10 В от 0 до +10 В	R500 AS XX 01Y R500S AO XX 83Y				
Сила постоянного тока	от 4 до 20 мА	R500S AO XX 83Y	±0,30	±0,40	±0,50	±0,0025
	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА	R500 AO XX 01Y R500 AO XX 03Y R500 AS XX 01Y	±0,10	±0,15	±0,20	±0,0025
	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА (поддержка HART-протокола)	R500 AO XX 02Y	±0,10	±0,15	±0,20	±0,0025

Примечания

1 «XX» - количество каналов; «Y» - номер разработки.

¹⁾ Дополнительная погрешность ИК типа БГР, значение которой для рабочих условий рассчитывается от температуры окружающей среды в нормальных условиях от +15 °С до +25 °С.

Таблица А.3 – Метрологические характеристики ПТК с модулями R500 AI XX 03Y, R500 AI XX 13Y при использовании с термопреобразователями сопротивления

Обозначение типа термопреобразователя сопротивления	Диапазон измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте, °С	
		четырёхпроводная схема подключения	трёхпроводная схема подключения
50M ($\alpha=0,00428$) ¹⁾	от -180 до +200	±0,5	±0,7
100M ($\alpha=0,00428$) ¹⁾	от -180 до +200	±0,5	±0,7
50M ($\alpha=0,00426$)	от -50 до +200	±0,5	±0,7
100M ($\alpha=0,00426$)	от -50 до +200	±0,5	±0,7
50П ($\alpha=0,00391$) ¹⁾	от -200 до +850	±0,5	±0,7
100П ($\alpha=0,00391$) ¹⁾	от -200 до +850	±0,5	±0,7
Pt50 ($\alpha=0,00385$) ¹⁾	от -200 до +850	±0,5	±0,7
Pt100 ($\alpha=0,00385$) ¹⁾	от -200 до +850	±0,5	±0,7
50Н ($\alpha=0,00617$) ¹⁾	от -60 до +180	±0,5	±0,7
100Н ($\alpha=0,00617$) ¹⁾	от -60 до +180	±0,5	±0,7
46П (гр. 21) ($\alpha=0,00391$)	от -200 до +650	±0,5	±0,7
53М (гр. 23) ($\alpha=0,00426$)	от -50 до +180	±0,5	±0,7

¹⁾ Обозначение типа термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651-2009.

Таблица А.4 – Метрологические характеристики ПТК с модулями R500 AI XX 03Y, R500 AI XX 13Y при использовании с термопарами

Обозначение типа термопары по ГОСТ Р 8.585-2001	Диапазон измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте, °С
R	от -50 до +1760	±3,0
S	от -50 до +1760	±3,0
B	от +250 до +1820	±2,5
J	от -210 до +1200	±2,5
T	от -200 до +400	±1,5
E	от -200 до +1000	±2,0
K	от -200 до +1370	±2,5
N	от -200 до +1300	±2,5
A-1	от 0 до +2500	±3,0
A-2	от 0 до +1800	±3,0
A-3	от 0 до +1800	±3,0
L	от -200 до +800	±2,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Номинальные статические характеристики

Таблица Б.1 – НСХ 46П (гр. 21)

Температура рабочего конца, °С	Сопротивление для температуры в °С, Ом									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-200	7,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-190	9,96	9,76	9,56	9,36	9,16	8,96	8,75	8,55	8,35	8,15
-180	11,95	11,75	11,55	11,36	11,16	10,96	10,76	10,56	10,36	10,16
-170	13,93	13,73	13,54	13,34	13,14	12,94	12,75	12,55	12,35	12,15
-160	15,90	15,70	15,50	15,31	15,11	14,92	14,72	14,52	14,33	14,13
-150	17,85	17,65	17,46	17,26	17,07	16,87	16,68	16,48	16,29	16,09
-140	19,79	19,59	19,40	19,21	19,01	18,82	18,63	18,43	18,24	18,04
-130	21,72	21,52	21,33	21,14	20,95	20,75	20,56	20,37	20,17	19,98
-120	23,63	23,44	23,25	23,06	22,87	22,68	22,48	22,29	22,10	21,91
-110	25,54	25,35	25,16	24,97	24,78	24,59	24,40	24,21	24,02	23,82
-100	27,44	27,25	27,06	26,87	26,68	26,49	26,30	26,11	25,92	25,73
-90	29,33	29,14	28,95	28,76	28,57	28,38	28,19	28,00	27,82	27,63
-80	31,21	31,02	30,83	30,64	30,45	30,27	30,08	29,89	29,70	29,51
-70	33,08	32,89	32,70	32,52	32,33	32,14	31,96	31,77	31,58	31,39
-60	34,94	34,76	34,57	34,38	34,20	34,01	33,83	33,64	33,45	33,27
-50	36,80	36,62	36,43	36,24	36,06	35,87	35,69	35,50	35,32	35,13
-40	38,65	38,47	38,28	38,10	37,91	37,73	37,54	37,36	37,17	36,99
-30	40,50	40,31	40,13	39,95	39,76	39,58	39,39	39,21	39,02	38,84
-20	42,34	42,15	41,97	41,79	41,60	41,42	41,24	41,05	40,87	40,68
-10	44,17	43,99	43,81	43,62	43,44	43,26	43,07	42,89	42,71	42,52
0	46,00	45,82	45,63	45,45	45,27	45,09	44,90	44,72	44,54	44,35
0	46,00	46,18	46,37	46,55	46,75	46,91	47,09	47,28	47,46	47,64
+10	47,82	48,01	48,19	48,37	48,55	48,73	48,91	49,09	49,28	49,46
+20	49,64	49,82	50,00	50,18	50,37	50,55	50,73	50,91	51,09	51,27
+30	51,45	51,63	51,81	51,99	52,18	52,36	52,54	52,72	52,90	53,08
+40	53,26	53,44	53,62	53,80	53,98	54,16	54,34	54,52	54,70	54,88
+50	55,06	55,24	55,42	55,60	55,78	55,96	56,14	56,32	56,50	56,68
+60	56,86	57,04	57,22	57,39	57,57	57,75	57,93	58,11	58,29	58,47
+70	58,65	58,83	59,00	59,18	59,36	59,54	59,72	59,90	60,07	60,25
+80	60,43	60,61	60,79	60,97	61,14	61,32	61,50	61,68	61,86	62,04
+90	62,21	62,39	62,57	62,74	62,92	63,10	63,28	63,45	63,63	63,81
+100	63,99	64,16	64,34	64,52	64,70	64,87	65,05	65,22	65,40	65,58
+110	65,76	65,93	66,11	66,28	66,46	66,64	66,81	66,99	67,16	67,34
+120	67,52	67,69	67,87	68,05	68,22	68,40	68,51	68,75	68,93	69,10
+130	69,28	69,45	69,63	69,80	69,98	70,15	70,33	70,50	70,68	70,85
+140	71,03	71,20	71,38	71,55	71,73	71,90	72,08	72,25	72,43	72,60
+150	72,78	72,95	73,12	73,30	73,47	73,65	73,82	74,00	74,17	74,34
+160	74,52	74,69	74,87	75,04	75,21	75,39	75,56	75,73	75,91	76,08
+170	76,26	76,43	76,60	76,77	76,95	77,12	77,29	77,47	77,64	77,81
+180	77,99	78,16	78,33	78,50	78,68	78,85	79,02	79,19	79,37	79,54
+190	79,71	79,88	80,05	80,23	80,40	80,57	80,75	80,92	81,09	81,26
+200	81,43	81,60	81,78	81,95	82,12	82,29	82,46	82,63	82,81	82,98
+210	83,15	83,32	83,49	83,66	83,83	84,00	84,18	84,35	84,52	84,69
+220	84,86	85,03	85,20	85,37	85,54	85,71	85,88	86,05	86,22	86,39
+230	86,56	86,73	86,90	87,07	87,24	87,41	87,58	87,75	87,92	88,09
+240	88,26	88,43	88,60	88,77	88,94	89,11	89,28	89,45	89,62	89,79
+250	89,96	90,12	90,29	90,46	90,63	90,80	90,97	91,14	91,31	91,48
+260	91,64	91,81	91,98	92,15	92,32	92,49	92,66	92,82	92,99	93,16
+270	93,33	93,50	93,66	93,83	94,00	94,17	94,33	94,50	94,67	94,84
+280	95,00	95,17	95,34	95,51	95,67	95,84	96,01	96,18	96,34	96,51
+290	96,68	96,84	97,01	97,18	97,34	97,51	97,68	97,84	98,01	98,18
+300	98,34	98,51	98,68	98,84	99,01	99,18	99,34	99,51	99,67	99,84
+310	100,01	100,17	100,34	100,50	100,67	100,83	101,00	101,17	101,33	101,50

Температура рабочего конца, °С	Сопротивление для температуры в °С, Ом									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+320	101,66	101,83	101,99	102,16	102,32	102,49	102,65	102,82	102,98	103,15
+330	103,31	103,48	103,64	103,81	103,97	104,14	104,30	104,46	104,63	104,79
+340	104,96	105,12	105,29	105,45	105,61	105,78	105,94	106,11	106,27	106,43
+350	106,60	106,76	106,92	107,09	107,25	107,42	107,58	107,74	107,90	108,07
+360	108,23	108,39	108,56	108,72	108,88	109,05	109,21	109,37	109,54	109,70
+370	109,86	110,02	110,19	110,35	110,51	110,67	110,84	111,00	111,16	111,32
+380	111,48	111,65	111,81	111,97	112,13	112,29	112,46	112,62	112,78	112,94
+390	113,10	113,26	113,43	113,59	113,75	113,91	114,07	114,23	114,39	114,56
+400	114,72	114,88	115,04	115,20	115,36	115,52	115,68	115,84	116,00	116,16
+410	116,32	116,48	116,64	116,80	116,97	117,13	117,29	117,45	117,61	117,77
+420	117,93	118,09	118,25	118,41	117,57	118,73	118,89	119,04	119,20	119,36
+430	119,52	119,68	119,84	120,00	120,16	120,32	120,48	120,64	120,80	120,96
+440	121,11	121,27	121,43	121,59	121,75	121,91	122,07	122,23	122,38	122,54
+450	122,70	122,86	123,02	123,18	123,33	123,49	123,65	123,81	123,96	124,12
+460	124,28	124,44	124,60	124,76	124,91	125,07	125,23	135,39	125,54	125,70
+470	125,86	126,02	126,17	126,33	126,49	126,64	126,80	126,96	127,11	127,27
+480	127,43	127,58	127,74	127,90	128,05	128,21	128,37	128,52	128,68	128,84
+490	128,99	129,14	129,30	129,46	129,61	129,77	129,92	130,08	130,23	130,39
+500	130,55	130,70	130,86	131,02	131,17	131,33	131,48	131,63	131,79	131,95
+510	132,10	132,26	132,41	132,57	132,72	132,88	133,03	133,19	133,34	133,50
+520	133,65	133,81	133,96	134,12	134,27	134,43	134,58	134,73	134,89	135,04
+530	135,20	135,35	135,50	135,66	135,81	135,97	136,12	136,27	136,43	136,58
+540	136,73	136,89	137,04	137,19	137,35	137,50	137,65	137,81	137,96	138,11
+550	138,27	138,42	138,57	138,73	138,88	139,03	139,18	139,33	139,48	139,64
+560	139,79	139,94	140,10	140,25	140,40	140,55	140,70	140,86	141,01	141,16
+570	141,32	141,47	141,62	141,77	141,92	142,07	142,22	142,37	142,53	142,68
+580	142,83	142,98	143,13	143,28	143,44	143,59	143,74	143,89	144,04	144,19
+590	144,34	144,49	144,64	144,79	144,94	145,09	145,24	145,40	145,55	145,70
+600	145,85	146,00	146,15	146,30	146,45	146,60	146,75	146,90	147,05	147,20
+610	147,35	147,50	147,65	147,80	147,95	148,10	148,24	148,39	148,54	148,69
+620	148,84	148,99	149,14	149,29	149,44	149,59	149,74	149,89	150,03	150,18
+630	150,33	150,48	150,63	150,78	150,93	151,07	151,22	151,37	151,52	151,67
+640	151,81	151,96	152,11	152,26	152,41	152,55	152,70	152,85	153,00	153,15
+650	153,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-