



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

М.п.

«01» декабря 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ИКСА-5100**

Методика поверки

РТ-МП-5024-442-2023

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на преобразователи измерительные ИКСА-5100 (далее – преобразователи) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 13-2001 ГПЭ единицы электрического напряжения в соответствии с Приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

ГЭТ 14-2014 ГПЭ единицы электрического сопротивления в соответствии с Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

ГЭТ 34-2020 ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

ГЭТ 35-2021 ГПЭ единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К в соответствии с Приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений на эталонных средствах поверки.

2 Перечень операций поверки

При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	Да	Да
3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.3	Да	Да
4 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
5 Определение метрологических характеристик средств измерений	10	Да	Да
- определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	10.1	Да	Да*
- определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими	10.2	Да	Да*
- определение погрешности измерений температуры свободных концов внутренним компенсационным термометром	10.3	Да	Да**
- определение погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока	10.4	Да	Да*
- определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления	10.5	Да	Да*
6 Подтверждение соответствие средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

* – поверка проводится для вида входного сигнала и диапазона, установленного на преобразователе, с обязательным указанием объема проведенных работ при оформлении результатов поверки;
 ** – поверка проводится в случае, если преобразователь сконфигурирован для работы в режиме измерений температуры преобразователями термоэлектрическими.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 18 до плюс 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- напряжение питания постоянного тока, В 24±3.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационной документацией на преобразователи.

Обязательные требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют. При поверке преобразователей по месту эксплуатации, при разнесении мест установки монтажных стоек и средства отображения результатов измерений, рекомендуется два специалиста.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне значений от плюс 18 °С до плюс 25 °С Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне значений от 30 % до 80 % Средство воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне значений от 21 до 27 В	Прибор комбинированный Testo 622, рег. №53505-13 Источник питания постоянного тока PSP-405 рег. №25347-11

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Рабочий эталон напряжения постоянного тока в диапазоне воспроизведения значений от 0 до 150 мВ, 3 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457</p> <p>Рабочий эталон постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 24 мА, 2 разряда по приказу Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091</p> <p>Рабочий эталон электрического сопротивления постоянного тока, в диапазоне воспроизведения значений от 0 до 4000 Ом, 4 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456</p>	<p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6-R, рег. №52489-13 (далее - MC6-R)</p> <p>Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная MC 3070M, рег. № 64073-16 (далее - магазин сопротивления)</p>
<p>п.10.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока</p> <p>п.10.2 Определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими</p>	<p>Рабочий эталон напряжения постоянного тока в диапазоне воспроизведения значений от 0 до 150 мВ, 3 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457</p> <p>Рабочий эталон постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 24 мА, 2 разряда по приказу Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091</p>	<p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6-R, рег. №52489-13 (далее - MC6-R)</p>
п. 10.3 Определение погрешности измерений температуры внутренним компенсационным термометром	<p>Средство измерений температуры в диапазоне от -40 °С до +70 °С, соответствующее эталону 3 разряда по приказу Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253</p> <p>Рабочий эталон постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 24 мА, 2 разряда по приказу Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091</p> <p>Вспомогательное оборудование Камера климатическая, диапазон воспроизведения температуры от -30 °С до +60 °С, нестабильность поддержания температуры не более ±0,1 °С</p>	<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 57690-14 (далее – эталонный термометр) Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, рег. № 19736-11 (далее – МИТ 8)</p> <p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6-R, рег. №52489-13 (далее - MC6-R)</p> <p>Камера климатическая МНУ-225CNSA (далее – камера)</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п.10.4 Определение погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока</p> <p>п.10.5 Определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления</p>	<p>Рабочий эталон постоянного тока в диапазоне измерений от 0 до 24 мА, 2 разряда по приказу Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091</p> <p>Рабочий эталон электрического сопротивления постоянного тока, в диапазоне воспроизведения значений от 0 до 4000 Ом, 4 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456</p>	<p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6-R, рег. №52489-13 (далее - МС6-R)</p> <p>Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС 3070М, рег. № 64073-16 (далее - магазин сопротивлений)</p>
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приказа Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы; - приказа Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока; - приказа Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры». 		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 15 декабря 2020 года № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и преобразователи.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре преобразователей проверяется:

соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа и эксплуатационной документации на преобразователи;

отсутствие видимых повреждений преобразователей, которые могут повлиять на метрологические характеристики.

Преобразователи, не отвечающие перечисленным требованиям, признаются не пригодными к эксплуатации и дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3 с помощью термометра и гигрометра (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в помещении, где проводятся операции поверки.

Результат измерений температуры и относительной влажности должны находиться в пределах, указанных в разделе 3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствие.

8.2 Подготовка к поверке

Преобразователи и средства поверки должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в п.3, не менее двух часов.

Проверить тип и заводской номер, указанные на корпусе представленного на поверку преобразователя.

Собрать электрическую схему согласно руководству по эксплуатации (схема подключения также нанесена на корпусе ИКСА-1500). К выходам 1.1, 1.2 через сопротивление 100 Ом подключить МС6-R в режиме амперметра.

С помощью устройства параметрирования ИКСА-УС-USB подключить поверяемый преобразователь к компьютеру (рисунок 1).



Рисунок 1 – место подключения устройства параметрирования ИКСА-УС-USB

Установить с CD-диска программное обеспечение ТЖИУ.411611.006ПМ26 конфигурирования параметров преобразователя ИКСА-5100. Запустить «config5100.exe», и установить соединение с подключенным СИ.

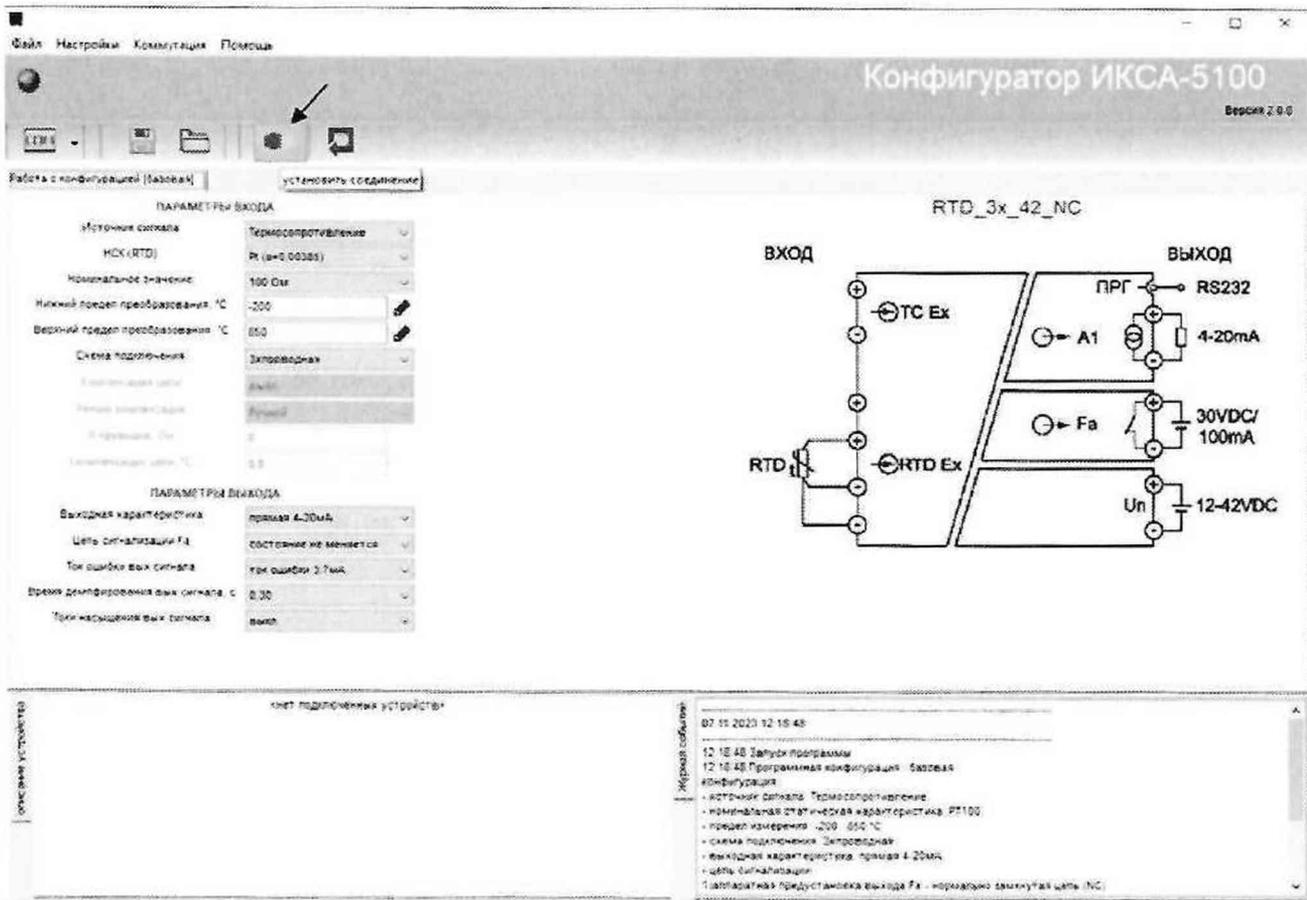


Рисунок 2 – окно программы ТЖИУ.411611.006ПМ26

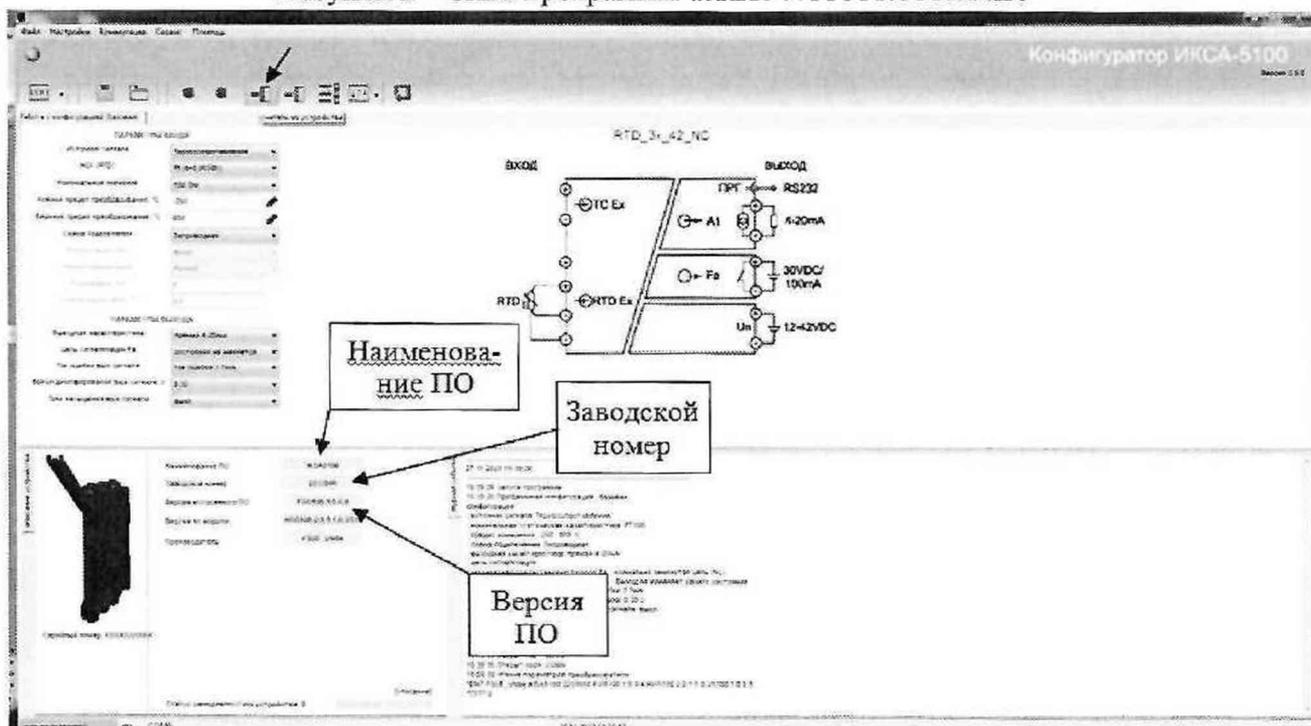


Рисунок 3 – выгрузка конфигурации из СИ

Проверить заводской номер (рисунок 3), убедиться, что информация совпадает с нанесённой на корпусе преобразователя, представленного на поверку.

8.3 Опробование

Считать из устройства конфигурацию, записанную в СИ.

В зависимости от параметров входа, подключить соответствующий источник сигнала (МС6-R или магазин сопротивлений). Подать на вход преобразователя соответствующий схеме поверки сигнал. Убедиться, что при изменении величины сигнала, подаваемой на вход преобразователя, изменяются результаты измерений (показания подключенного к выходу МС6-R в режиме амперметра).

Преобразователи, не отвечающие данным требованиям, признаются не пригодными к эксплуатации и дальнейшей поверке не подлежат.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

С помощью программного обеспечения (ПО) считать наименование и версию установленного в преобразователь ПО (рисунок 3).

Результат проверки считается положительным, если номер версии встроенного ПО не ниже указанного в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Перед началом проведения измерений необходимо выдержать поверяемый преобразователь во включенном состоянии не менее 30 минут.

При первичной поверке измерения проводятся по всем параметрам, указанным в п.5 таблицы 1. Для этого в программных разделах «Параметры входа» и «Параметры выхода» необходимо выбрать нужный параметр, затем записать в устройство (рисунок 4) и применить в устройстве (рисунок 5). После чего провести поверку в соответствии с пп. 10.1 – 10.5.

При периодической поверке измерения проводятся по параметру и диапазону, установленному в конфигурации п.8.3.

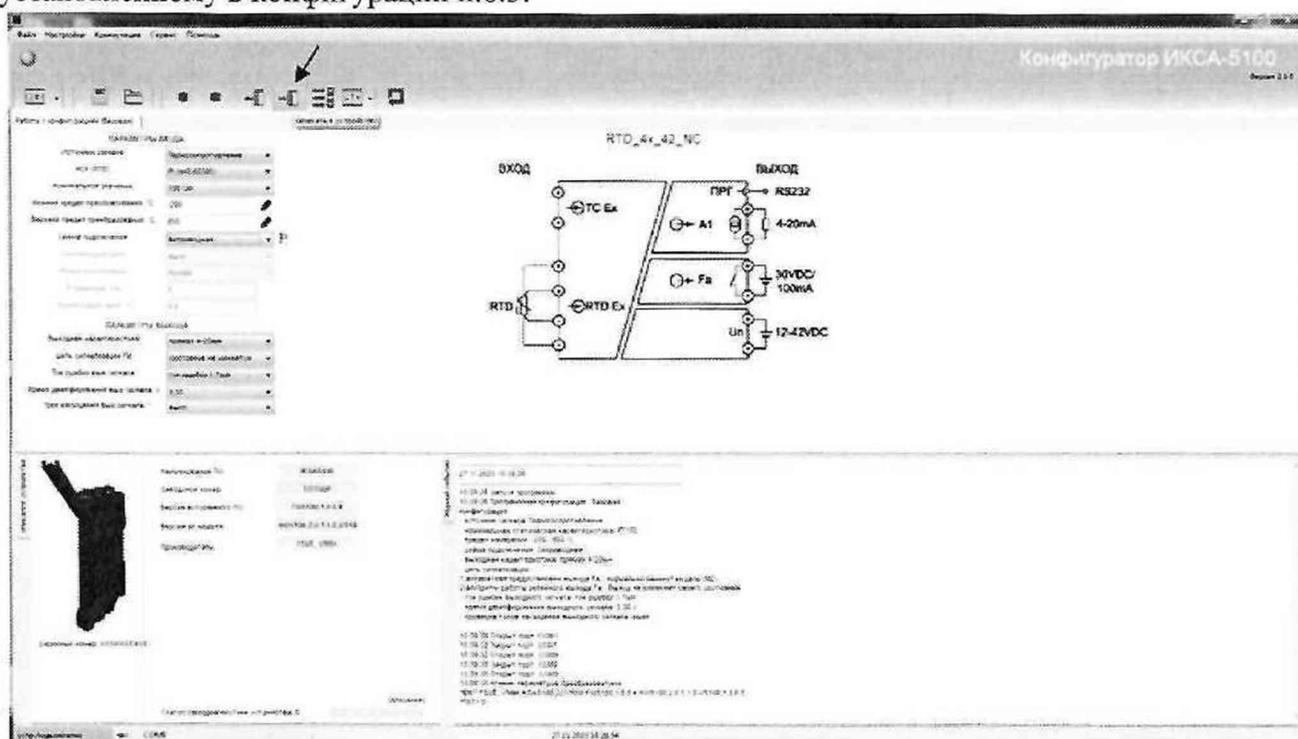


Рисунок 4 – загрузка конфигурации в СИ

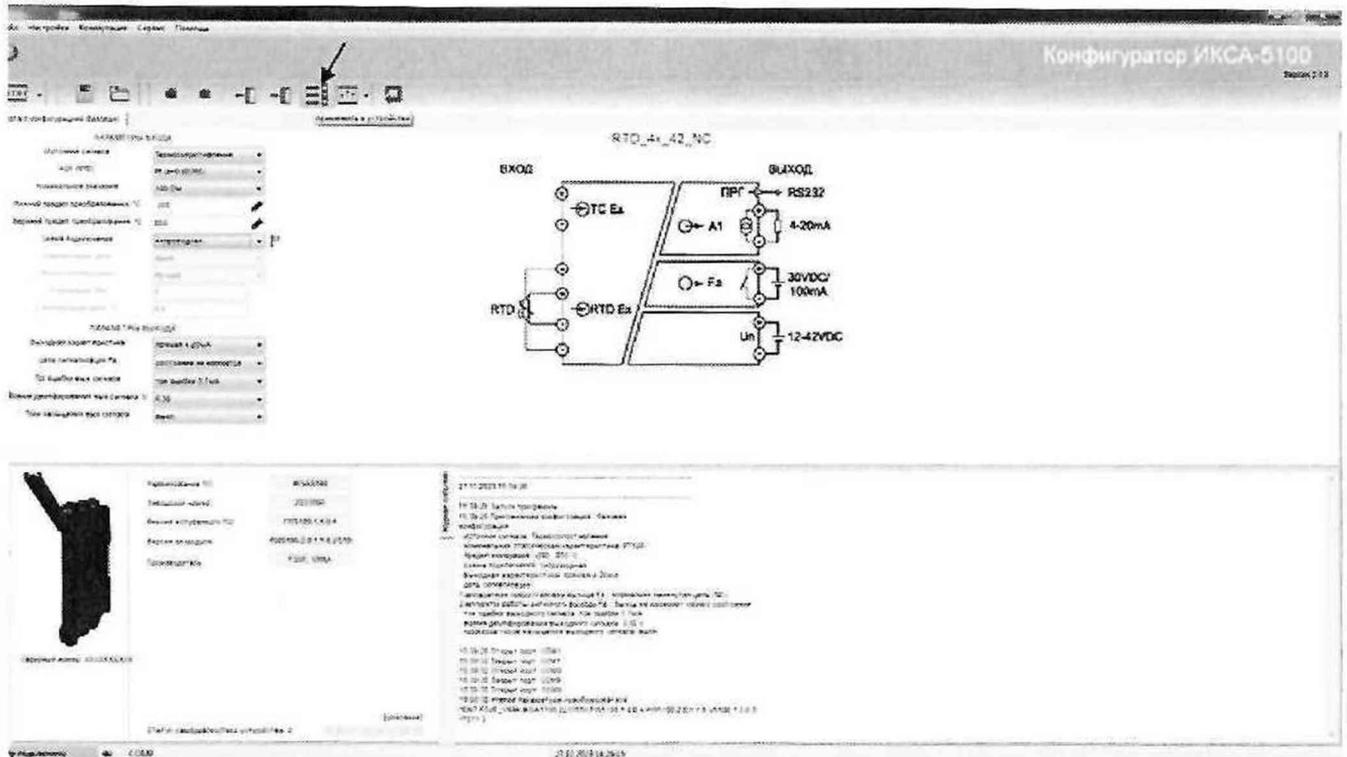


Рисунок 5 – применение конфигурации в СИ

10.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.1.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений напряжения постоянного тока осуществлять с помощью МС6-R (в режиме воспроизведения напряжения).

В соответствии с эксплуатационной документацией подключить МС6-R к измерительным входам 4.1, 4.2 проверяемого преобразователя. В конфигураторе ИКСА-5100, в разделе «Параметры входа», в закладке «Источник сигнала» должно быть установлено «Напряжение» (рисунок 6).

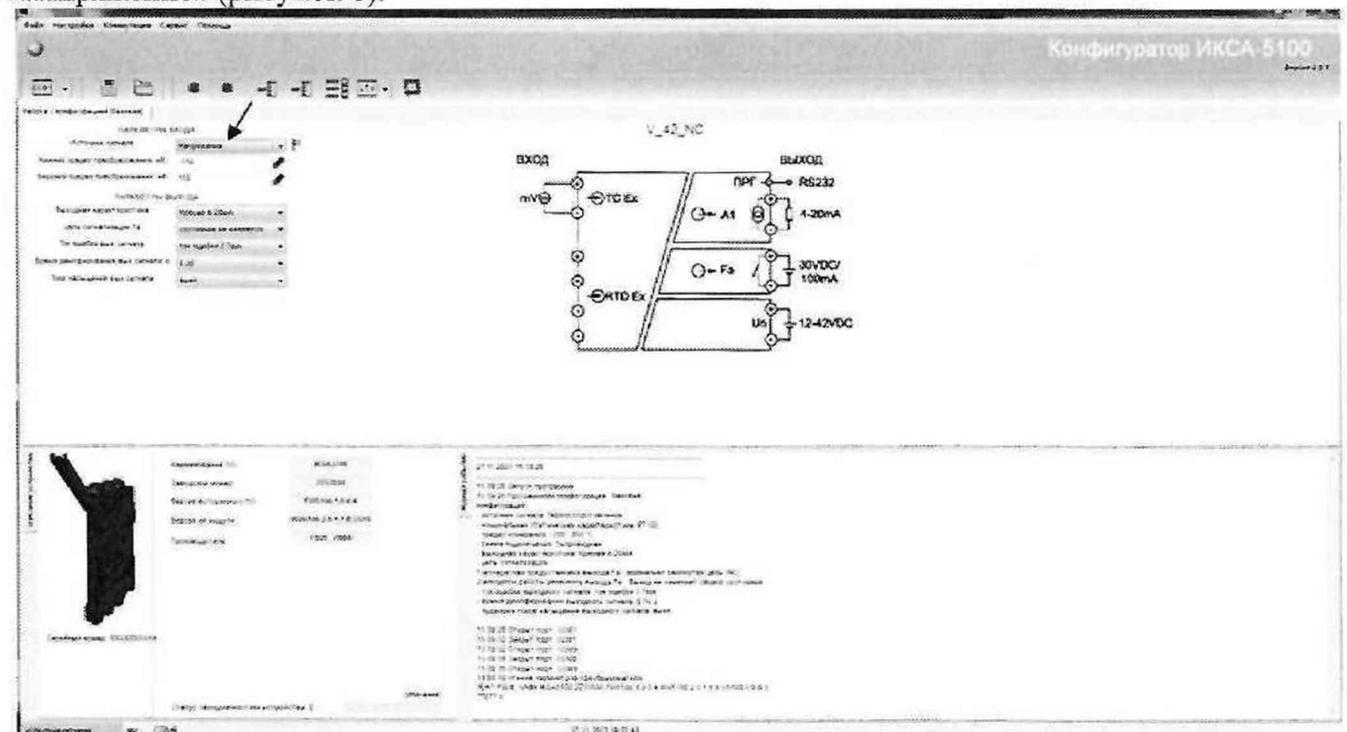


Рисунок 6 – схема определения погрешности измерений напряжения постоянного тока

Погрешность измерений напряжения постоянного тока определять не менее чем в четырех контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, включая два крайних значения диапазона.

10.1.2 От МС6-R (в режиме воспроизведения напряжения) на вход преобразователя подать напряжение постоянного тока, соответствующее нижней границе установленного диапазона измерений.

С помощью МС6-R (в режиме амперметра) снять показания на выходе преобразователя (I_i , мА).

Вычислить приведённую погрешность измерений γ_{0i} , % по формуле:

$$\gamma_{0i} = \frac{I_i - I_{\text{расч}i}}{16} \cdot 100 \quad (1)$$

где I_i – измеренное значение выходного тока, мА;

$I_{\text{расч}i}$ – расчётное значение выходного тока, мА.

Расчётное значение тока $I_{\text{расч}i}$, мА определить по формуле:

- для линейно возрастающего (от 4 до 20 мА) $I_{\text{расч}i} = I_n + \frac{I_v - I_n}{U_v - U_n} \cdot (U_i - U_n)$ (2)

- для линейно убывающего (от 20 до 4 мА) $I_{\text{расч}i} = I_v - \frac{I_v - I_n}{U_v - U_n} \cdot (U_i - U_n)$ (3)

где I_n – нижний предел выходного тока, мА;

I_v – верхний предел выходного тока, мА;

U_i – значение измеряемого напряжения на входе преобразователя, мВ;

U_v – верхний предел диапазона измерений, мВ;

U_n – нижний предел диапазона измерений, мВ.

10.1.3 Определить погрешность измерений в трёх других оставшихся точках.

10.1.4 Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 11 настоящей методики поверки.

10.2 Определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими

10.2.1 Определение погрешности измерений выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений напряжения постоянного тока, эквивалентных значениям температуры соответствующих преобразователей термоэлектрических по ГОСТ 8.558-2009, осуществлять с помощью с МС6-R (в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока).

В соответствии с эксплуатационной документацией подключить МС6-R к измерительным входам 4.1, 4.2 проверяемого преобразователя. В конфигураторе ИКСА-5100, в разделе «Параметры входа», в закладке «Источник сигнала» должно быть установлено «Термопара» и далее тип НСХ, пределы измерений и компенсация холодного спая «без компенсации» (рисунок 7).

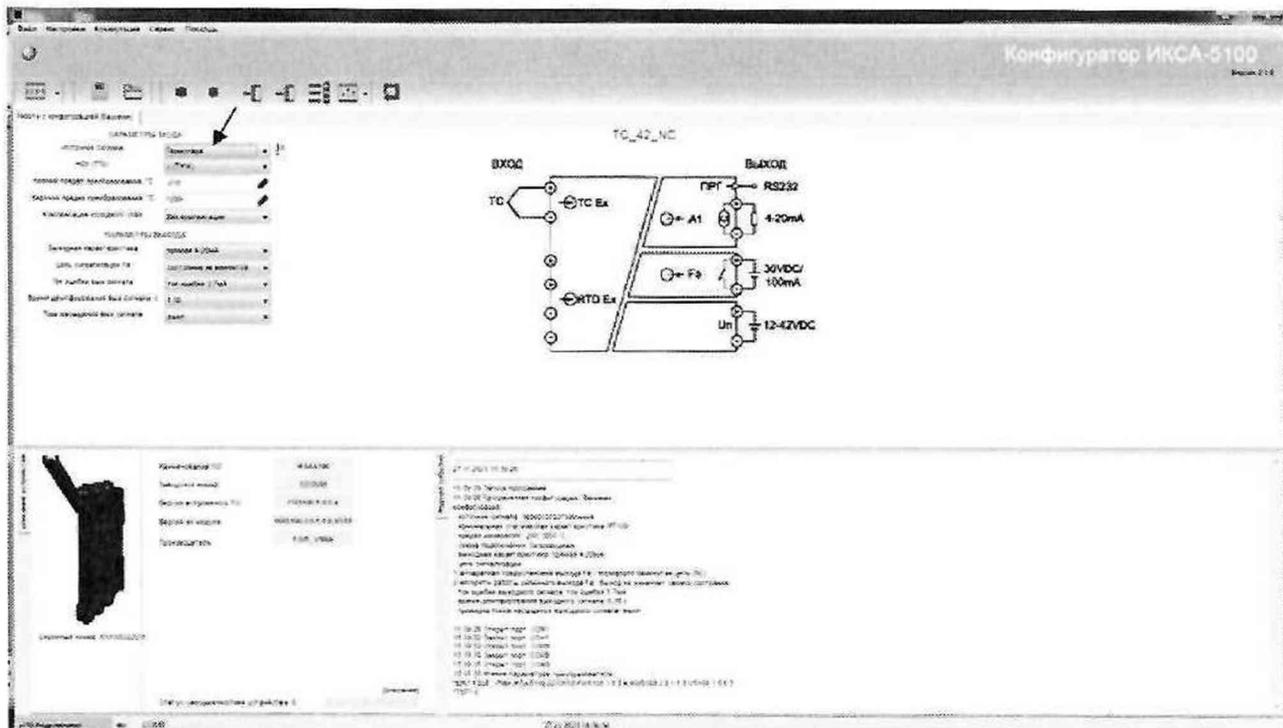


Рисунок 7 – схема определения погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими

Погрешность измерений определять не менее чем в четырех контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, включая два крайних значения диапазона.

10.2.2 От MC6-R (в режиме воспроизведения напряжения) на вход преобразователя подать напряжение постоянного тока, соответствующее нижней границе установленного диапазона измерений.

С помощью MC6-R (в режиме амперметра) снять показания на выходе преобразователя (I_i , mA).

Вычислить приведённую погрешность измерений γ_{0i} , % по (1).

Расчётное значение тока $I_{расчi}$, mA определить по формуле:

$$\text{- для линейно возрастающего (от 4 до 20 mA)} \quad I_{расчi} = I_H + \frac{I_B - I_H}{T_B - T_H} \cdot (T_i - T_H) \quad (4)$$

$$\text{- для линейно убывающего (от 20 до 4 mA)} \quad I_{расчi} = I_B - \frac{I_B - I_H}{T_B - T_H} \cdot (T_i - T_H) \quad (5)$$

- где I_H – нижний предел выходного тока, mA;
 I_B – верхний предел выходного тока, mA;
 T_i – значение измеряемой температуры, °C;
 T_B – верхний предел диапазона измерений, °C;
 T_H – нижний предел диапазона измерений, °C.

10.2.3 Определить погрешность измерений в трёх других оставшихся точках.

10.2.4 Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 11 настоящей методики поверки.

10.3 Определение погрешности измерений температуры свободных концов внутренним компенсационным термометром

10.3.1 Определение погрешности измерений температуры свободных концов внутренним компенсационным термометром при первичной поверке проводить:

- для климатического исполнения УХЛ3.1 – при температурах плюс (1–5) °С, плюс (20±5) °С, плюс (55–60) °С;
- для климатического исполнения У2 – минус (30–25) °С, плюс (20±5) °С, плюс (55–60) °С.

Определение погрешности проводить в режиме конфигурации преобразователя для измерений температуры преобразователями термоэлектрическими (п.10.2).

Между измерительными входами 4.1, 4.2 установить перемычку. Эталонный термометр вплотную прикрепить к разъёму входов 4.1, 4.2. Преобразователь поместить в климатическую камеру, соединительные проводники вывести через окошко камеры наружу и подключить к соответствующему оборудованию.

Подать на преобразователь напряжение питания.

В конфигураторе ИКСА-5100, в разделе «Параметры входа», в закладке «Источник сигнала» должно быть установлено «Термопара», тип НСХ, пределы измерений и компенсация холодного спая – «без компенсации» (рисунок 7).

Установить в камере необходимую температуру. Дождаться выхода камеры на нужный температурный режим и стабилизации показаний средств измерений.

Зафиксировать показания эталонного термометра и МС6-R (в режиме амперметра).

В конфигураторе ИКСА-5100, в разделе «Параметры входа», в закладке «Компенсация холодного спая» установить «встроенный датчик °t», записать параметры в преобразователь.

Дождаться стабилизации показаний амперметра, зафиксировать показания эталонного термометра и амперметра.

Пересчет полученных значений силы постоянного тока в температуру $t_{изм}$, °С, проводить по формуле:

- для линейно возрастающего (от 4 до 20 мА)

$$t_{изм} = t_{н} + \frac{(t_{в}-t_{н}) \cdot (I_{изм}-I_{н})}{I_{в}-I_{н}} = t_{н} + \frac{(t_{макс}-t_{мин}) \cdot (I_{изм}-4)}{16} \quad (6)$$

- для линейно убывающего (от 20 до 4 мА)

$$t_{изм} = t_{в} - \frac{(t_{в}-t_{н}) \cdot (I_{изм}-I_{н})}{I_{в}-I_{н}} = t_{в} - \frac{(t_{макс}-t_{мин}) \cdot (I_{изм}-4)}{16} \quad (7)$$

где $t_{н}$ – нижняя граница настроенного диапазона измерений температуры, °С;

$t_{в}$ – верхняя граница настроенного диапазона измерений температуры, °С;

$I_{изм}$ – измеренное значение выходного тока, мА;

$I_{в}$ – максимальное значение выходного тока, мА;

$I_{н}$ – минимальное значение выходного тока, мА.

Абсолютную погрешность измерений температуры свободных концов внутренним компенсационным термометром $\Delta t_{ск}$, °С, рассчитывать по формуле:

$$\Delta t_{ск} = t_{изм\ вкл} - t_{изм\ выкл} - t_{эт} \quad (8)$$

где $t_{изм\ вкл}$ – показания преобразователя с включенной компенсацией, °С;

$t_{изм\ выкл}$ – показания преобразователя с выключенной компенсацией, °С;

$t_{изм\ выкл}$ – показания эталона, °С.

Выполнить аналогичные измерения при двух других температурах.

10.3.2 Определение погрешности измерений температуры свободных концов внутренним компенсационным термометром при периодической поверке проводить при одной температуре плюс $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

В конфигураторе ИКСА-5100, в разделе «Параметры входа», в закладке «Источник сигнала» должно быть установлено «Термопара», тип НСХ и пределы измерений (которые установлены в преобразователе и при поверке не изменяются). Все измерения проводить аналогичным п.10.3.1 образом.

Обработку результатов измерений, полученных в п. 10, выполнять в соответствии с п. 011 настоящей методики поверки.

10.4 Определение погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока

10.4.1 Определение погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений сопротивления постоянного тока осуществлять с помощью магазина сопротивлений.

В соответствии с эксплуатационной документацией подключить по четырехпроводной схеме магазин сопротивлений к измерительным входам 5.1, 5.2, 6.1, 6.2 проверяемого преобразователя. В конфигураторе ИКСА-5100, в разделе «Параметры входа», в закладке «Источник сигнала» должно быть установлено «Сопротивление» и далее, пределы измерений, схема подключения (рисунок 8).

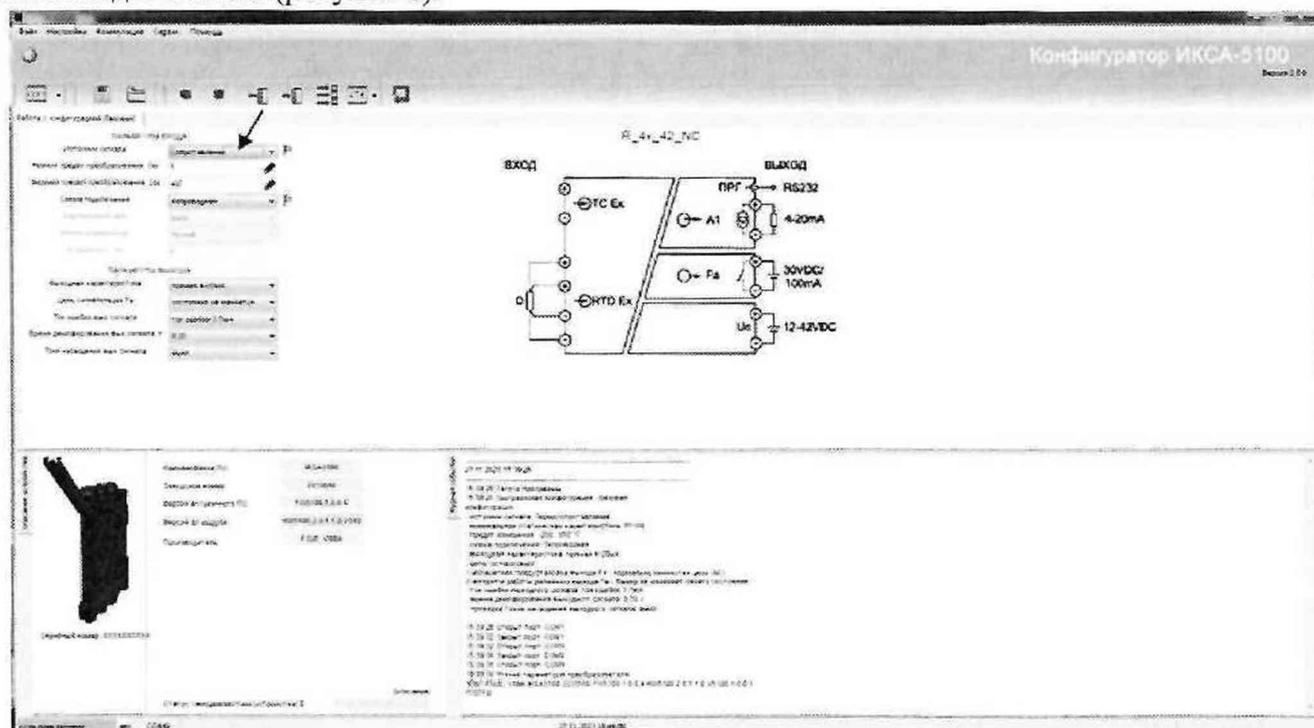


Рисунок 8 – схема определения погрешности измерений электрического сопротивления

Погрешность измерений электрического сопротивления постоянного тока определять не менее чем в четырех контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, включая два крайних значения диапазона.

10.4.2 От магазина сопротивлений на вход преобразователя подать значение электрического сопротивления постоянного тока, соответствующее нижней границе установленного диапазона измерений.

С помощью МС6-R (в режиме амперметра) снять показания на выходе преобразователя (I_i , mA).

Вычислить приведенную погрешность измерений γ_{0i} , % по (1).

Расчётное значение тока $I_{расчi}$, мА определить по формуле:

$$- \text{ для линейно возрастающего (от 4 до 20 мА) } I_{расчi} = I_{Н} + \frac{I_{В}-I_{Н}}{R_{В}-R_{Н}} \cdot (Ri - R_{Н}) \quad (9)$$

$$- \text{ для линейно убывающего (от 20 до 4 мА) } I_{расчi} = I_{В} - \frac{I_{В}-I_{Н}}{R_{В}-R_{Н}} \cdot (Ri - R_{Н}) \quad (10)$$

где $I_{Н}$ – нижний предел выходного тока, мА;

$I_{В}$ – верхний предел выходного тока, мА;

Ri – значение измеряемого сопротивления на входе преобразователя, Ом;

$R_{В}$ – верхний предел диапазона измерений, Ом;

$R_{Н}$ – нижний предел диапазона измерений, Ом.

10.4.3 Определить погрешность измерений в трёх других оставшихся точках.

10.4.4 Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 0 настоящей методики поверки.

10.5 Определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления

10.5.1 Определение погрешности измерений выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений сопротивления постоянного тока, эквивалентных значениям температуры соответствующих термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009, осуществлять с помощью магазина сопротивлений.

В соответствии с эксплуатационной документацией подключить по четырехпроводной схеме магазин сопротивлений к измерительным входам 5.1, 5.2, 6.1, 6.2 проверяемого преобразователя. В конфигураторе ИКСА-5100, в разделе «Параметры входа», в закладке «Источник сигнала» должно быть установлено «Термосопротивление» и далее, тип НСХ, номинальное значение, пределы измерений, схема подключения.

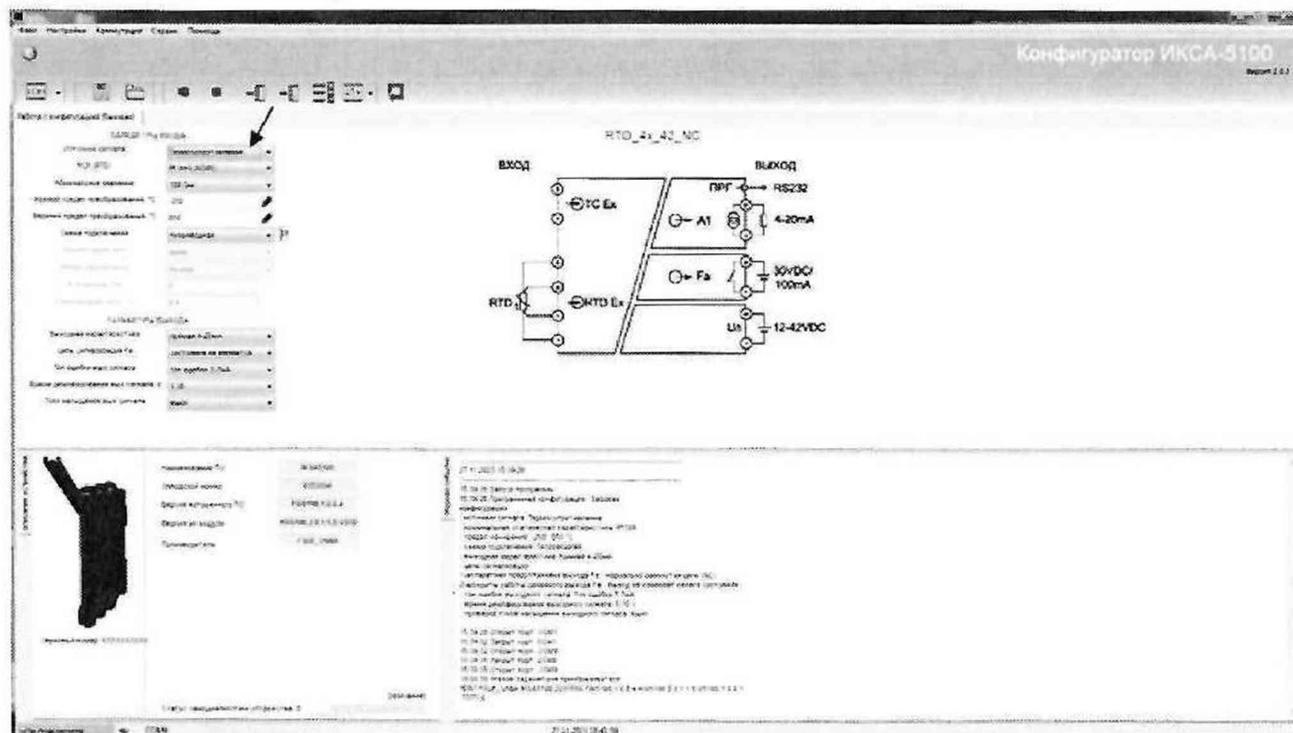


Рисунок 9 – схема определения погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления

Погрешность измерений температуры, определять не менее чем в четырех контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, включая два крайних значения диапазона.

10.5.2 От магазина сопротивления на вход преобразователя подать значение электрического сопротивления постоянного тока, эквивалентное температуре, соответствующее нижней границе установленного диапазона измерений.

С помощью МС6-R (в режиме амперметра) снять показания на выходе преобразователя (I_i , мА).

Вычислить приведенную погрешность измерений γ_{0i} , % по (1).

Расчётное значение тока $I_{расчi}$, мА определить по (4), (5).

10.5.3 Определить погрешность измерений в трёх других оставшихся точках.

10.5.4 Обработку результатов измерений выполнять в соответствии с п. 11 настоящей методики поверки.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

По результатам измерений, полученным в п. 10, для каждой контрольной точки вычислить значение приведенной погрешности измерений постоянного тока по (1).

Расчётное значение тока $I_{расчi}$, мА определить по формулам:

$$\text{- для линейно возрастающего (от 4 до 20 мА)} \quad I_{расчi} = I_n + \frac{I_v - I_n}{X_v - X_n} \cdot (Xi - X_n) \quad (11)$$

$$\text{- для линейно убывающего (от 20 до 4 мА)} \quad I_{расчi} = I_v - \frac{I_v - I_n}{X_v - X_n} \cdot (Xi - X_n) \quad (12)$$

где I_n – нижний предел выходного тока, мА;

I_v – верхний предел выходного тока, мА;

Xi – значение сигнала на входе преобразователя, мВ, Ом, °С;

X_v – верхний предел диапазона измерений, мВ, Ом, °С;

X_n – нижний предел диапазона измерений, мВ, Ом, °С.

При необходимости пересчёт результатов измерений преобразователей через измерение силы постоянного тока в значения измеряемой физической величины $X_{изм}$, (мВ, Ом, °С) проводить по формулам:

- для линейно возрастающего (от 4 до 20 мА)

$$X_{изм} = X_n + \frac{(X_v - X_n) \cdot (I_{изм} - I_n)}{I_v - I_n} = X_n + \frac{(X_v - X_n) \cdot (I_{изм} - 4)}{16} \quad (13)$$

- для линейно убывающего (от 20 до 4 мА)

$$X_{изм} = X_v - \frac{(X_v - X_n) \cdot (I_{изм} - I_n)}{I_v - I_n} = X_v - \frac{(X_v - X_n) \cdot (I_{изм} - 4)}{16} \quad (14)$$

где I_n – нижний предел выходного тока, мА;

I_v – верхний предел выходного тока, мА;

$I_{изм}$ – измеренное значение выходного тока, мА;

X_v – верхний предел диапазона измерений, мВ, Ом, °С;

X_n – нижний предел диапазона измерений, мВ, Ом, °С.

Результаты проверки считать положительными, если погрешность измерений напряжения постоянного тока в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых значений, указанных в приложении А.

Критерием принятия решения по подтверждению соответствия метрологическим требованиям считать положительные результаты проверок в соответствии с п.п. 10.1 – 10.5.

12 Оформление результатов поверки

Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

В сведениях должна содержаться информация о типе средства измерений с его заводским номером и, в случае поверке не в полном объеме, наименованием поверенной характеристики и диапазоном измерений.

При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник лаборатории № 442



И.Н. Свистунов

Зам. начальника лаборатории № 442

Д.А. Подобрыйский

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики преобразователей

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, мВ ¹⁾	от -150 до +150
Пределы допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока, γ, %	±0,1
Диапазон измерений температуры преобразователями термоэлектрическими по ГОСТ 8.585-2001, °С ¹⁾ Тип К Тип L Тип N Тип J Тип E	от -210 до +1370 от -200 до +800 от -210 до +1300 от -210 до +1200 от -210 до +1000
Пределы допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими, γ, % ²⁾	±0,1
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры свободных концов внутренним компенсационным термометром при нормальной температуре окружающей среды плюс (23±3) °С, Δ, °С	±0,5
Диапазон измерений сопротивления постоянного тока, Ом ¹⁾	от 5 до 400
Пределы допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений сопротивления постоянного тока, γ, %	±0,2
Диапазон измерений температуры термопреобразователями сопротивления, °С ¹⁾ Pt50, Pt100 50 П, 100 П 50М, 100М 50Н, 100Н	от -200 до +850 от -200 до +850 от -180 до +200 от -60 до +180
Пределы допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления, γ, % ³⁾	±0,2
Пределы допускаемой дополнительной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения, сопротивления постоянного тока и температуры, вызванный отклонением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С от нормальной плюс (23±3) °С, %	0,2·γ
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений температуры свободных концов внутренним компенсационным термометром, вызванный отклонением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С от нормальной плюс (23±3) °С, °С	1·Δ
Примечания: ¹⁾ – указан максимальный диапазон измерений, возможна настройка преобразователей ИКСА-5100 на сокращенный диапазон, внутри указанного ²⁾ – без учета погрешности первичного преобразователя и погрешности измерений температуры свободных концов внутренним компенсационным термометром (при температуре свободных концов 0 °С) ³⁾ – без учета погрешности первичного преобразователя	