



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «РАВНОВЕСИЕ»


_____ А. В. Копытов

03 _____ 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Приборы для валидации термовакуумных систем X-VAL

Методика поверки

РВНЕ.0044-2024 МП

г. Москва
2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на приборы для валидации термовакуумных систем X-VAL (далее – приборы), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «ИКС-ТЕХ» (ООО «ИКС-ТЕХ»), и устанавливает процедуры, проводимые при первичной и периодической поверке приборов, по подтверждению соответствия приборов метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

1.2 При поверке приборов должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), установленные при утверждении типа приборов и указанные в таблице А.1 Приложения А.

1.3 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого прибора к государственным первичным эталонам единиц величин поверку необходимо проводить в соответствии с процедурами и требованиями, установленными в настоящей методике поверки.

1.4 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых приборов к следующим государственным эталонам:

- ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091 (далее также – приказ № 2091);

- ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520 (далее также – приказ № 1520);

- ГЭТ 14-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 (далее также – приказ № 3456);

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

1.6 Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства	да	да	10

РВНЕ.0044-2024 МП

«ГСИ. Приборы для валидации термовакуумных систем X-VAL. Методика 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	
измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока	да	да	10.2
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока	да	да	10.3
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений электрического сопротивления	да	да	10.4
Определение приведенной к диапазону измерений и преобразований погрешности измерений и преобразований температуры	да	да	10.5
Оформление результатов поверки	да	да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура окружающей среды от +15 °C до +25 °C;
- относительная влажность окружающей среды не более 70 %.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки;
- изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые приборы и средства поверки;
- имеющие необходимую квалификацию и опыт в соответствии с требованиями, изложенными в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

РВНЕ.0044-2024 МП

«ГСИ. Приборы для валидации термовакуумных систем X-VAL. Методика поверки»

Стр. 3

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 окружающей среды в диапазоне измерений от +20 °С до +30 °С с абсолютной погрешностью измерений не более ± 1 °С; Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью измерений не более ± 3 %	Прибор комбинированный Testo 622, регистрационный номер в. № 53505-13.
р. 10 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 2091 в диапазоне воспроизведений силы постоянного тока от 0 до 20 мА Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу № 1520 в диапазоне воспроизведений напряжения постоянного тока от -1 В до 1 В	Калибратор универсальный 9100Е, рег. № 25985-03 (далее также - калибратор, эталон)
	Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно Приказу № 3456 в диапазоне воспроизведений сопротивления постоянного тока от 0 до 5 кОм	Мера электрического сопротивления Р3026, рег. № 8478-81 (далее также – мера, эталон)
	-	Комплект проводов для поверки
Примечания: 1) Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, аттестованное испытательное оборудование, исправное вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим и (или) техническим требованиям, указанным в таблице. 2) Допускается применять рабочие эталоны, средства измерений и иные средства поверки с меньшим диапазоном величин, согласно указанным в настоящей таблице, в соответствии с выбранными поверяемыми точками.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые приборы и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Прибор допускается к дальнейшей поверке, если:

– внешний вид прибора соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;

РВНЕ.0044-2024 МП

«ГСИ. Приборы для валидации термовакуумных систем X-VAL. Методика поверки»

– 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 прибор допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, прибор 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 прибор и на применяемые средства поверки;

– выдержать прибор 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 При опробовании необходимо подать напряжение питания на прибор, нажать круглую кнопку включения и удерживать ее в течение 1-2 секунд. Дождаться полной загрузки (около 30 с), зафиксировать на экране прибора окно авторизации пользователя в системе.

Прибор допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании после включения на экране прибора появилось окно авторизации пользователя в системе.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проверке программного обеспечения прибора необходимо зайти в меню безопасного выключения с помощью кнопки, находящейся в нижней правой части экрана главной страницы. При нажатии на данную кнопку откроется меню выключения. В нижней части окна появится информация о текущей версии ПО.

Прибор допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Основные формулы, используемые при расчетах.

10.1.1 Приведенная к диапазону измерений погрешность измерений и приведенная к диапазону преобразований погрешность измерений определяются по формуле, %:

$$\gamma_x = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}}{X_{\text{ВП}} - X_{\text{НП}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $X_{\text{изм}}$ – измеренное прибором значение сопротивления постоянному току, силы постоянного тока, напряжения постоянного тока и преобразований температуры, кОм, В, мВ, мА, °C

$X_{\text{эт}}$ — значение сопротивления постоянному току, силы постоянного тока, напряжения постоянного тока и преобразований температуры, воспроизведенные эталоном, кОм, В, мВ, мА, °С;

$X_{\text{вп}}$ и $X_{\text{нп}}$ — соответственно нижний и верхний пределы измерений/преобразований, кОм, В, мВ, мА, °С.

10.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока.

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока проводить при помощи калибратора универсального 9100E (далее — калибратор/эталон) в следующей последовательности:

1) Подключить к прибору эталон в соответствии с рисунком 1 (подробная схема подключений указана в руководстве по эксплуатации на прибор), используя комплект поверочных проводов.

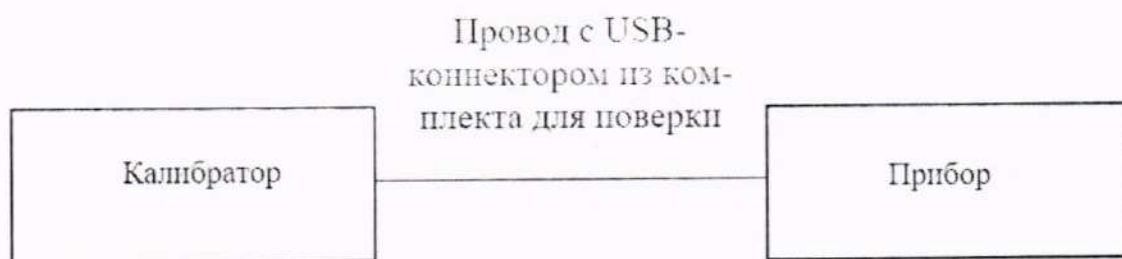


Рисунок 1 — Схема подключений для определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока

2) Воспроизвести с помощью эталона три значения поверяемых точек, по возможности равномерно распределенных внутри диапазона (поддиапазона) измерений напряжения постоянного тока, включая крайние значения диапазона. Допускается устанавливать значения напряжения постоянного тока с отклонением $\pm 10\%$ по показаниям эталона, но не выходя за диапазон измерений прибора.

3) Зафиксировать измеренные прибором значения напряжения постоянного тока.

4) Повторить пункты 2)-3) для всех поддиапазонов измерений напряжения постоянного тока.

5) Рассчитать значение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока по формуле (1) для всех поверяемых точек.

Прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.2, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.2 (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10), поверку прибора прекращают, результаты поверки по п. 10.2 признают отрицательными.

10.3 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока.

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

1) Подключить к прибору эталон в соответствии с рисунком 1 (подробная схема подключений указана в руководстве по эксплуатации на прибор), используя комплект поверочных проводов.

2) Воспроизвести с помощью эталона три значения поверяемых точек, по возможности равномерно распределенных внутри диапазона (поддиапазона) измерений силы постоянного тока, включая крайние значения диапазона. Допускается устанавливать значения силы постоянного тока с отклонением $\pm 10\%$ по показаниям эталона, но не выходя за диапазон измерений прибора.

3) Зафиксировать измеренные прибором значения силы постоянного тока.

4) Повторить пункты 2)-3) для всех поддиапазонов измерений силы постоянного тока.

5) Рассчитать значение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока по формуле (1) для всех поверяемых точек.

Прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.3, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.3 (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10), поверку прибора прекращают, результаты поверки по п. 10.3 признают отрицательными.

10.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току.

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току проводить при помощи меры в следующей последовательности:

1) Подключить к прибору эталоны в соответствии с рисунком 3 (подробная схема подключений указана в руководстве по эксплуатации на прибор), используя комплект поверочных проводов.

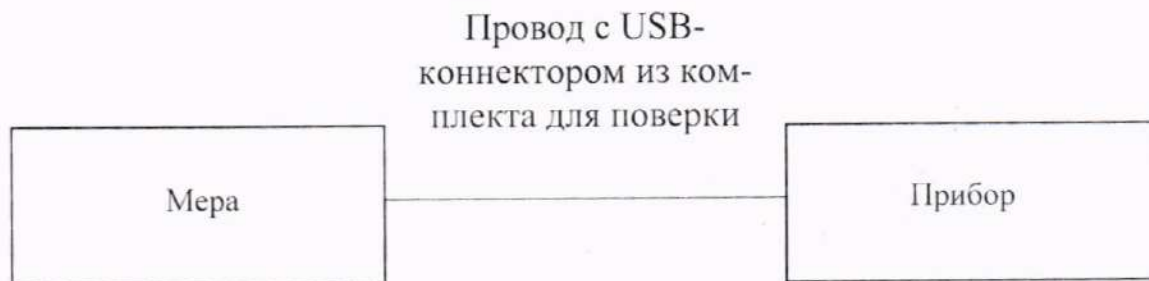


Рисунок 3 — Схема подключений для определения приведенной к диапазону измерений погрешности измерений электрического сопротивления

2) Воспроизвести с помощью эталона три значения поверяемых точек, по возможности равномерно распределенных внутри диапазона (поддиапазона) измерений электрического сопротивления, включая крайние значения диапазона. Допускается устанавливать значения электрического сопротивления с отклонением $\pm 10\%$ по показаниям эталона, но не выходя за диапазон измерений прибора.

3) Зафиксировать измеренные прибором значения электрического сопротивления постоянному току.

4) Повторить пункты 2)-3) для всех поддиапазонов измерений силы постоянного тока.

5) Рассчитать значение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току по формуле (1) для всех поверяемых точек.

Прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.4, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.4 (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10), поверку прибора прекращают, результаты поверки по п. 10.4 признают отрицательными.

10.5 Определение приведенной к диапазону измерений и преобразований погрешности измерений и преобразований температуры проводить при помощи меры в следующей последовательности:

1) Подключить к прибору эталоны в соответствии с рисунком 3 (подробная схема подключений указана в руководстве по эксплуатации на прибор), используя комплект поверочных проводов.

2) В соответствии с таблицами номинальных статических характеристик по ГОСТ 6651-2009 и таблицей А.3 Приложения А с помощью эталона воспроизвести три значения электрического сопротивления, соответствующие преобразованным значениям температуры. Поверяемые точки, необходимо равномерно распределить внутри диапазона (поддиапазона) измерений и преобразований температуры, включая крайние значения диапазона. Допускается устанавливать значения электрического сопротивления с отклонением $\pm 10\%$ от диапазона измерений и преобразований температуры по показаниям эталона, но не выходя за диапазон измерений прибора.

3) Зафиксировать измеренные и преобразованные прибором значения температуры.

4) Повторить пункты 2)-3) для всех поддиапазонов измерений и преобразований значений температуры.

5) Рассчитать значение приведенной к диапазону измерений и преобразований погрешности измерений и преобразований температуры по формуле (1) для всех проверяемых точек.

Прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.5, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблицах А.2-А.3 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий по п. 10.5 (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям по п. 10.5), поверку прибора прекращают, результаты поверки по п. 10.5 признают отрицательными.

Критериями принятия поверителем решения по подтверждению соответствия прибора метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются: обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 7 – 10, и соответствие полученных значений метрологических характеристик приборов требованиям, указанным в пп. 10.2 – 10.5 данной методики поверки.

При невыполнении любой из процедур, перечисленных в разделах 7 – 10, и несоответствии любого из полученных значений метрологических характеристик приборов требованиям, указанным в пп. 10.2 – 10.5 данной методики поверки, принимается решение о несоответствии прибора метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

11.2 В целях предотвращения доступа к узлам настройки (регулировки) приборов в местах пломбирования от несанкционированного доступа, указанных в описании типа.

РВНЕ.0044-2024 МП

«ГСИ. Приборы для валидации термовакуумных систем X-VAL. Методика поверки»

11.3 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измеряемых величин и поддиапазонов измерений выполнена поверка.

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

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

11.6 Протоколы поверки прибора оформляются в произвольной форме.

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики приборов для валидации термовакuumных систем X-VAL

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Входной сигнал	Наименование характеристики	Значение	Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений, %
Преобразование унифицированных сигналов	Напряжение постоянного тока, В	от -1 до 1	±0,25
	Сила постоянного тока, мА	от 0 до 5	
		от 0 до 20	
		от 4 до 20	
Преобразование сигналов напряжения постоянного тока	Напряжение постоянного тока, мВ	от -50 до 50	±0,25
Преобразование сигналов электрического сопротивления	Электрическое сопротивление, кОм	от 0 до 2	±0,25
		от 0 до 5	

Таблица А.2 – Метрологические характеристики

Входной сигнал	Наименование характеристики	Значение	Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений и преобразований погрешности измерений и преобразований температуры, %
Электрическое сопротивление постоянному току в соответствии с ГОСТ 6651-2009	Температурные коэффициенты по ГОСТ 6651-2009 для термопреобразователей сопротивления типа: - Cu 50 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 50М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Pt 50 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 50П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Cu 100 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 100М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Pt 100 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 100П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Ni 100 ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Pt 500 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 500П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	Диапазоны измерений и преобразований температуры $^{\circ}\text{C}$: - от -50 до +200 - от -180 до +200 - от -200 до +850 - от -200 до +850 - от -50 до +200 - от -180 до +200 - от -200 до +850 - от -200 до +850 - от -200 до +850 - от -60 до +180 - от -200 до +850 - от -200 до +850	±0,25

РВНЕ.0044-2024 МП

«ГСИ. Приборы для валидации термовакuumных систем X-VAL. Методика поверки»

Входной сигнал	Наименование характеристики	Значение	Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений и преобразований погрешности измерений и преобразований температуры, %
	- Cu 500 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 500M ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Ni500 ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Cu 1000 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 1000M ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Pt 1000 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 1000П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - Ni 1000 ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до +200 от -180 до +200 от -60 до +180 от -50 до +200 от -180 до +200 от -200 до +850 от -200 до +850 от -60 до +180	
Электрическое сопротивление постоянному току	Температурный коэффициент термопреобразователей сопротивления типа: - TCM гр. 23	Диапазон измерений и преобразований температуры $^{\circ}\text{C}$: от -50 до +180	
<i>Примечание:</i> TCM гр. 23 – термопреобразователей сопротивления медный с градуировкой 23, указывающей на значение сопротивления 53 Ом при температуре 0 $^{\circ}\text{C}$.			

Таблица А.3 – Таблица номинальной статистической характеристики преобразователей сопротивления TCM гр. 23

Значение температуры (t), $^{\circ}\text{C}$	Электрическое сопротивление преобразователя температуры TCM гр. 23 при температуре t , Ом
-50	41,71
-45	42,84
-40	43,97
-35	45,10
-30	46,23
-25	47,36
-20	48,48
-15	49,61
-10	50,74
-5	51,87
0	53,00
5	54,13
10	55,26
15	56,39
20	57,52
25	58,65
30	59,77
35	60,90
40	62,03
45	63,16
50	64,29

Значение температуры (t), °C	Электрическое сопротивление преобразователя температуры ТСМ гр. 23 при температуре t , Ом
55	65,42
60	66,55
65	67,68
70	68,81
75	69,93
80	71,06
85	72,19
90	73,32
95	74,45
100	75,58
105	76,71
110	77,84
115	78,97
120	80,09
125	81,22
130	82,35
135	83,48
140	84,61
145	85,74
150	86,87
155	88,00
160	89,13
165	90,25
170	91,38
175	92,51
180	93,64