

**СОГЛАСОВАНО**

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

  
\_\_\_\_\_ **П. С. Казаков**



«29» 03 2024 г.

М.п.

**Государственная система обеспечения единства измерений  
Преобразователи измерительные многофункциональные СК  
Методика поверки  
МП-НИЦЭ-036-24**

г. Москва  
2024 г.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....  | 3  |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                                 | 3  |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....                                      | 4  |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....                            | 4  |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....                  | 4  |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ<br>ПОВЕРКИ .....       | 7  |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....   | 7  |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                        | 7  |
| 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                         | 11 |
| 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ<br>.....             | 11 |
| 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ<br>МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ..... | 14 |
| 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....  | 16 |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные многофункциональные СК (далее – преобразователи), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «СибКом Цифровые Промышленные Решения» (ООО «СибКом Цифра») на производственной площадке Suzhou Ascend Automation Technology Co., Ltd., Китай, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость преобразователя к ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 июля 2023 года № 1520, ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091, ГЭТ 14-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456.

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

1.4 Поверка преобразователей 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.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции поверки   | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки | Обязательность выполнения операций поверки при |                       |
|---|--|--|-----------------------|
|   |  | первичной поверке                              | периодической поверке |
| Внешний осмотр средства измерений   | 7  | да   | да                    |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений   | 8  | да   | да                    |
| Проверка программного обеспечения средства измерений  | 9  | да   | да                    |
| Определение метрологических характеристик средства измерений  | 10   | да   | да                    |
| Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований напряжения постоянного тока в цифровой сигнал | 10.1   | да   | да                    |
| Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований силы постоянного тока в                       | 10.2   | да   | да                    |



| Наименование операции поверки   | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки | Обязательность выполнения операций поверки при |                       |
|---|--|--|-----------------------|
|   |  | первичной поверке                              | периодической поверке |
| цифровой сигнал   |  |  |                       |
| Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал | 10.3   | да   | да                    |
| Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований сигналов от термодатчиков по ГОСТ Р 8.585-2001 в цифровой сигнал                    | 10.4   | да   | да                    |
| Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований цифрового сигнала в значения напряжения постоянного тока                            | 10.5   | да   | да                    |
| Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований цифрового сигнала в значения силы постоянного тока                                  | 10.6   | да   | да                    |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям   | 11   | да   | да                    |

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность от 30 % до 80 %.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

4.3 Количество специалистов, осуществляющих поверку, в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки – не менее 1.

### 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>р. 10</p> <p>Определение метрологических характеристик</p> | <p>Эталон единицы постоянного электрического напряжения, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 27.07.2023 г. № 1520</p> <p>Средства измерений постоянного электрического напряжения в диапазоне воспроизведений от -10 до +10 В</p> <p>Средства измерений постоянного электрического напряжения в диапазоне воспроизведений от -9,835 до 76,373 мВ</p> <p>Эталон единицы силы постоянного электрического тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091</p> <p>Средства измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне воспроизведений от 0 до 20 мА</p> <p>Эталон единицы электрического сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456</p> <p>Средства измерений электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне воспроизведений от 18,52 до 3904,8112 Ом</p> | <p>Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» (далее – калибратор), рег. № 56318-14</p> |



| Операции поверки, требующие применение средств поверки   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки  |
|--|---|---|
| <p>р. 10<br/>Определение метрологических характеристик</p>   | <p>Эталон единицы постоянного электрического напряжения, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 27.07.2023 г. № 1520</p> <p>Средства измерений постоянного электрического напряжения в диапазоне измерений от -10 до +10 В</p> <p>Эталон единицы силы постоянного электрического тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091</p> <p>Средства измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне измерений от 0 до 20 мА</p> | <p>Мультиметр 3458А (далее – мультиметр), рег. № 25900-03</p>                                       |
| Вспомогательные средства поверки   |   |   |
| <p>п. 8.1<br/>Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p> | <p>Диапазон измерений температуры окружающей среды от +20 °С до +30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений <math>\pm 1</math> °С, диапазон измерений относительной влажности от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений <math>\pm 3</math> %</p>   | <p>Термогигрометр электронный «CENTER» модели 313, рег. № 22129-09</p>                              |
| <p>п. 8.1<br/>Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)</p> | <p>Воспроизведение напряжения питания постоянного тока от 5 до 24 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений <math>\pm 10</math> %</p>  | <p>Источник питания постоянного тока<br/>GPR-73060D (далее – источник питания), рег. № 55898-13</p> |
| <p>р. 8<br/>Подготовка к поверке и опробование средства измерений</p>                                  | <p>Наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows с установленным программным обеспечением (далее – ПО) «СКПро»</p>   | <p>Персональный компьютер IBM PC</p>  |
| <p>р. 10<br/>Определение метрологичес</p>  | -   | <p>Центральный процессор управления (далее – ЦПУ) серии СК-1000 (модуль СР-1000-2401)</p>           |
|  | -   | <p>ЦПУ серии СК-3000 (модуль СР-3000-0101)</p>  |



| Операции поверки, требующие применение средств поверки   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки                                   |
|--|--|--|
| ких характеристик  | -  | Блок питания серии СК-3000 (модуль PW-3000-0404)                         |
|  | -  | Стойка для установки преобразователей серии СК-3000 (шина ВК-3000-0401)  |
|  | -  | ЦПУ серии СК-4000 (модуль СР-4000-0221)                                  |
|  | -  | Блок питания серии СК-4000 (модуль PW-4000-0502)                         |
|  | -  | Стойка для установки преобразователей серии СК-4000 (шасси ВК-4000-0601) |
| 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. |  |  |

## **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 преобразователи и применяемые средства поверки.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Преобразователь допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид преобразователя соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соблюдаются требования по защите преобразователя 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 преобразователь допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, преобразователь 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 преобразователь и на применяемые средства поверки;
- выдержать преобразователь 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 преобразователя проводить в следующей последовательности:

1) Для преобразователей серии СК-1000 смонтировать системную сборку, включающую в себя ЦПУ и преобразователь, в соответствии с руководством по эксплуатации. Для преобразователей серии СК-3000 и СК-4000 смонтировать системную сборку преобразователей, включающую в себя плату шасси, блок питания, ЦПУ и преобразователи в соответствии с руководством по эксплуатации.

2) Подключить ПК к той же сети Ethernet, в которой находится сборка. Для этого предварительно на ЦПУ повернуть переключатель режима работы в положение «Debug». На ПК установить IP-адрес в соответствии с рисунком 1.

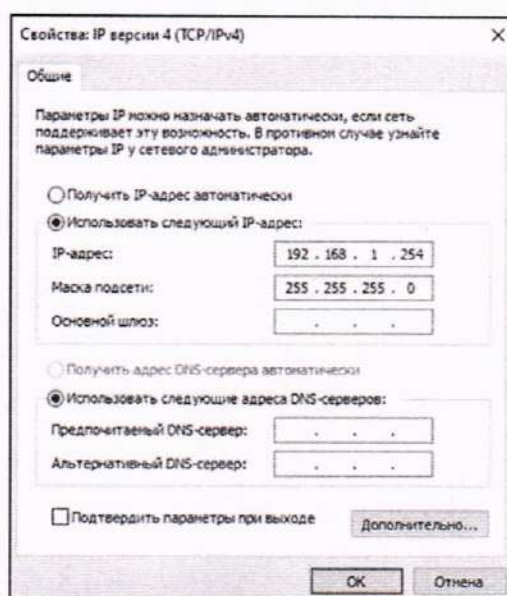


Рисунок 1 – Настройка IP-адреса

3) Включить сборку, подав напряжение питания (значение напряжения постоянного тока 5 или 24 В в зависимости от модификации преобразователей в соответствии с руководством по эксплуатации; значение напряжения постоянного тока 24 В или значение напряжения переменного тока 220 В для преобразователей серии СК-4000 в зависимости от модификации модуля питания в сборке).

4) Запустить на ПК командную строку и задать следующую команду: «ping ууу.ууу.уу.уу» (вместо ууу.ууу.уу.уу подставить IP-адрес сборки). Убедиться, что соединение ПК со сборкой установлено.

Примечание – в режиме «Debug» IP-адрес по умолчанию 192.168.1.66 (для входа Ethernet 1).

5) Выключить сборку, отключив напряжение питания.

6) На ЦПУ повернуть переключатель режима работы в положение «Run».

7) Повторить п. 3).

8) Запустить на ПК программное обеспечение (далее – ПО) «СКПро».

9) Командой File > New создать файл рабочей области в соответствии с рисунком 2.



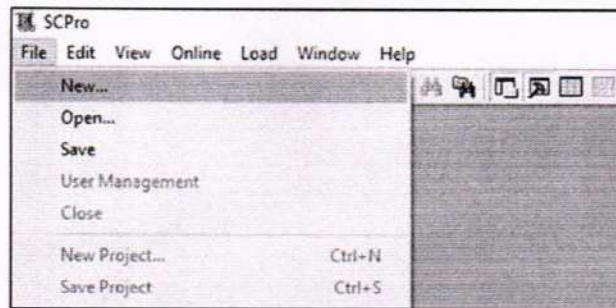


Рисунок 2 – Создание файла рабочей области

10) В появившейся папке «SCPLC» правой кнопкой мыши создать новый проект и присвоить ему имя в соответствии с рисунком 3.

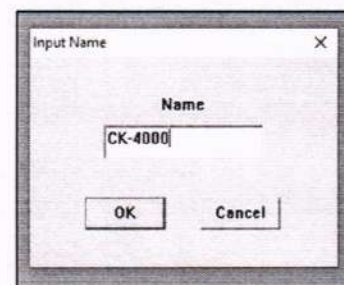
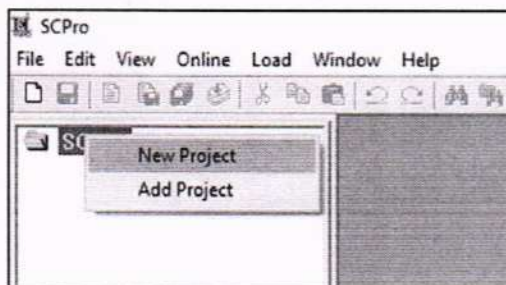


Рисунок 3 – Создание нового проекта

11) На вкладке «Resource» в браузере проекта сконфигурировать преобразователи, нажав на папку «PLC Configuration».

12) В появившемся окне выбрать серию преобразователей, модификацию платы шасси и нажать кнопку «OK».

13) В соответствии с действительной аппаратной конфигурацией сборки выбрать модификацию подключенного ЦПУ в соответствии с номером разъема, в который ЦПУ установлен (для серии СК-4000 и СК-3000), и нажать кнопку «Property». Для ЦПУ серии СК-1000 порядковый номер в сборке – 1

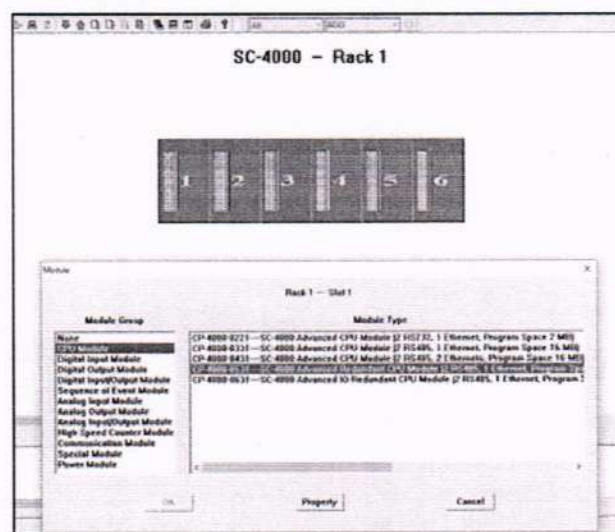


Рисунок 4 – Информация о конфигурации сборки

14) В появившемся окне присвоить ЦПУ начальный IP-адрес, заполнив графы IP-адреса и маски подсети.

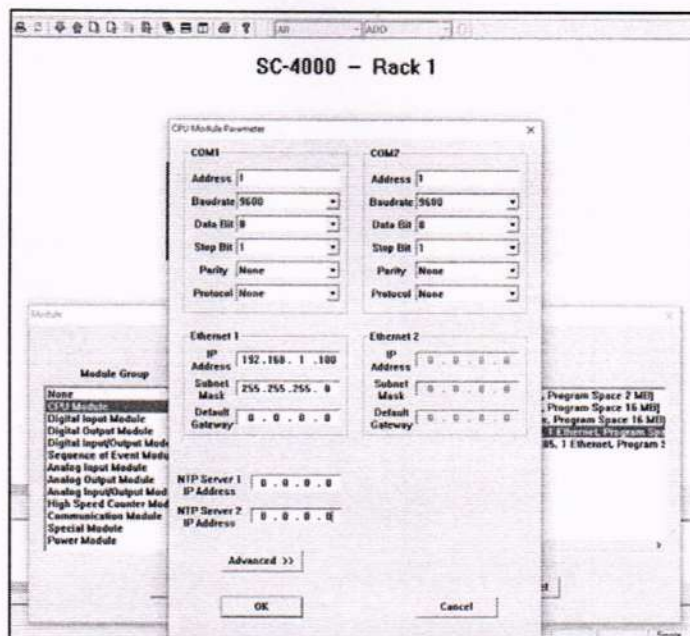


Рисунок 5 – Информация о конфигурации сборки

- 15) Повторить п. 13) для всех оставшихся преобразователей в сборке.
- 16) Для преобразователей после нажатия «Property» будет предложено установить параметры (тип измеряемой/воспроизводимой величины, диапазон измерений/воспроизведений, тип термопреобразователя сопротивления (далее – TC)) и термопар для каждого канала.

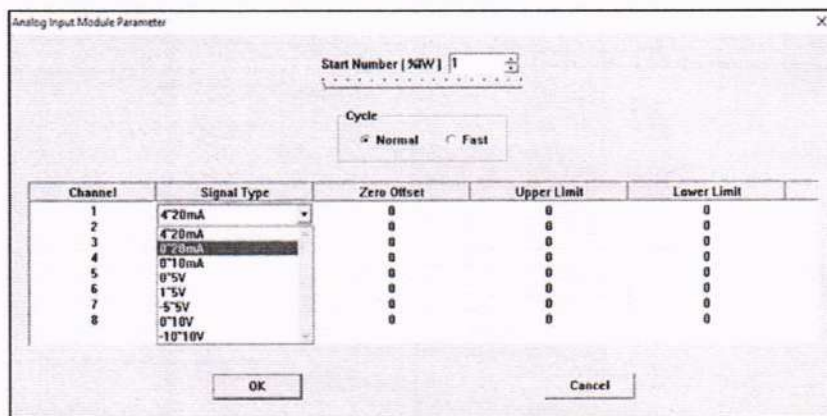


Рисунок 6 – Параметры преобразователей

- 17) Нажать на кнопку для установления online-подключения к ПЛК.
- 18) В появившемся окне ввести IP-адрес, заданный в п. 14), и нажать кнопку «OK».

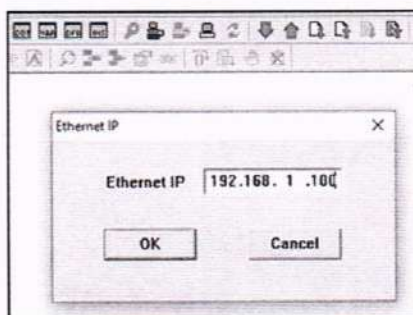


Рисунок 7 – Установление online-подключение



19) Перейти на вкладку «Data», выбрать таблицу точек данных «Point Table», затем во вкладке «IW» для аналоговых входов или во вкладке «QW» для аналоговых выходов найти строки данных для преобразователя.

20) Убедиться в успешной инициализации преобразователя: в строке «Signal Type» должна быть указана текущая настройка канала (диапазон измерений/воспроизведений или тип ТС, термопары), а в столбце «Module Address» должен отображаться адрес преобразователя, соответствующий номеру разъема на шасси, в который установлен соответствующий преобразователь.

Преобразователь допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании выполняются вышеуказанные требования

## **9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) преобразователей проводить путем сличения идентификационных данных встроенного ПО, указанных на маркировочной наклейке (номер версии), с идентификационными данными встроенного ПО, указанными в описании типа.

Преобразователь допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение (номер версии) соответствует требованиям, указанным в описании типа.

## **10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

10.1 Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований напряжения постоянного тока в цифровой сигнал проводить в следующей последовательности (для модификаций AI-1000-0401, AI-3000-0801, AI-4000-0804):

- 1) Выполнить операции 1) – 15) п. 8.2.
- 2) Настроить диапазон измерений напряжения постоянного тока для каждого измерительного канала из выпадающего списка.
- 3) Выполнить операции 17) – 18) п. 8.2.
- 4) Подключить калибратор к измерительному каналу преобразователя согласно схемам (в зависимости от модификации преобразователя), приведенным в руководстве по эксплуатации.
- 5) Перейти в ПО «СКПро» на вкладку «Data», выбрать таблицу точек данных «Point Table», затем во вкладке «IW» найти строки данных для преобразователя. Текущее значение входной величины будет указано в соответствующей строке в столбце «Value», а в строке «Signal Type» будет указана текущая настройка канала измерения: диапазон в вольтах.
- 6) Последовательно воспроизвести с калибратора пять испытательных сигналов напряжения постоянного тока, равномерно распределенных внутри диапазона преобразований (в поддиапазонах от 0 до 10 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 % и от 90 до 100 %).
- 7) Зафиксировать в столбце «Value» значения цифрового сигнала для каждого воспроизведенного калибратором значения напряжения постоянного тока.
- 8) Повторить п.п. 6)-7) для каждого диапазона преобразований и для каждого измерительного канала.
- 9) Рассчитать значения приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований напряжения постоянного тока в цифровой сигнал по формуле (1), приведенной в разделе 11.

10.2 Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований силы постоянного тока в цифровой сигнал проводить в следующей последовательности (для модификаций AI-1000-0401, AI-1000-0802, AI-3000-0801, AI-3000-1602, AI-4000-0801, AI-4000-0821, AI-4000-1601, AI-4000-0804):

- 1) Выполнить операции 1) – 15) п. 8.2.



2) Настроить диапазон измерений силы постоянного тока для каждого измерительного канала из выпадающего списка.

3) Выполнить операции 17) – 18) п. 8.2.

4) Подключить калибратор к измерительному каналу преобразователя согласно схемам (в зависимости от модификации преобразователя), приведенным в руководстве по эксплуатации.

5) Перейти в ПО «СКПро» на вкладку «Data», выбрать таблицу точек данных «Point Table», затем во вкладке «IW» найти строки данных для преобразователя. Текущее значение входной величины будет указано в соответствующей строке в столбце «Value», а в строке «Signal Type» будет указана текущая настройка канала измерения: диапазон в миллиамперах.

6) Последовательно воспроизвести с калибратора пять испытательных сигналов силы постоянного тока, равномерно распределенных внутри диапазона преобразований (в поддиапазонах от 0 до 10 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 % и от 90 до 100 %).

7) Зафиксировать в столбце «Value» значения цифрового сигнала для каждого воспроизведенного калибратором значения силы постоянного тока.

8) Повторить п.п. 6)-7) для каждого диапазона преобразований и для каждого измерительного канала.

9) Рассчитать значения приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований силы постоянного тока в цифровой сигнал по формуле (1), приведенной в разделе 11.

10.3 Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал проводить в следующей последовательности (для модификаций AI-1000-0403, AI-3000-0805, AI-4000-0805):

1) Выполнить операции 1) – 15) п. 8.2.

2) Настроить тип ТС Pt100 для каждого измерительного канала из выпадающего списка.

3) Выполнить операции 17) – 18) п. 8.2.

4) Подключить калибратор к измерительному каналу преобразователя согласно схеме, приведенной в руководстве по эксплуатации.

5) Перейти в ПО «СКПро» на вкладку «Data», выбрать таблицу точек, данных «Point Table», затем во вкладке «IW» найти строки данных для преобразователя. Текущее значение входной величины будет указано в соответствующей строке в столбце «Value», а в строке «Signal Type» будет указана текущая настройка канала измерения: тип ТС – Pt100.

6) Последовательно воспроизвести с калибратора пять испытательных сигналов электрического сопротивления постоянному току, эквивалентных в соответствии с ГОСТ 6651-2009 значениям температуры, равномерно распределенным внутри диапазона преобразований (в поддиапазонах от 0 до 10 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 % и от 90 до 100 %) сигналов от ТС выбранного типа.

7) Зафиксировать в столбце «Value» значения цифрового сигнала для каждого воспроизведенного калибратором значения электрического сопротивления постоянному току.

8) Повторить п.п. 6)-7) для каждого измерительного канала.

9) Повторить п.п. 2)-8) для каждого типа термопреобразователей сопротивления.

10) Рассчитать значения приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал по формуле (3), приведенной в разделе 11.

10.4 Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований сигналов от термопар ГОСТ Р 8.585-2001 в цифровой сигнал проводить в



следующей последовательности (для модификации AI-1000-0404, AI-3000-0806, AI-4000-0806):

- 1) Выполнить операции 1) – 15) п. 8.2.
- 2) Настроить тип термопары S для каждого измерительного канала из выпадающего списка.
- 3) Выполнить операции 17) – 18) п. 8.2.
- 4) Подключить калибратор к измерительному каналу преобразователя согласно схеме, приведенной в руководстве по эксплуатации.
- 5) Перейти в ПО «СКПро» на вкладку «Data», выбрать таблицу точек данных «Point Table», затем во вкладке «IW» найти строки данных для преобразователя. Текущее значение входной величины будет указано в соответствующей строке в столбце «Value», а в строке «Signal Type» будет указана текущая настройка канала измерения: тип термопары – S.
- 6) Последовательно воспроизвести с калибратора пять испытательных сигналов напряжения постоянного тока, эквивалентных в соответствии с ГОСТ Р 8.858-2001 значениям температуры, равномерно распределенным внутри диапазона преобразований (в поддиапазонах от 0 до 10 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 % и от 90 до 100 %) сигналов от термопары выбранного типа.
- 7) Зафиксировать в столбце «Value» значения цифрового сигнала для каждого воспроизведенного калибратором значения напряжения постоянного тока.
- 8) Повторить п.п. 6)-7) для каждого измерительного канала.
- 9) Повторить п.п. 2)-8) для каждого типа термопар.
- 10) Рассчитать значения приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований сигналов от термопар в цифровой сигнал по формуле (5) в разделе 11.

10.5 Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований цифрового сигнала в значения напряжения постоянного тока проводить в следующей последовательности (для модификации АО-1000-0201, АО-1000-0401, АО-3000-0401, АО-4000-0402, АО-4000-0802):

- 1) Выполнить операции 1) – 15) п. 8.2.
- 2) Настроить диапазон преобразований напряжения постоянного тока для каждого канала воспроизведений из выпадающего списка.
- 3) Выполнить операции 17) – 18) п. 8.2.
- 4) Подключить мультиметр к каналу воспроизведений преобразователя согласно схемам (в зависимости от модификации преобразователя), приведенным в руководстве по эксплуатации.

Примечание – Для корректного воспроизведения сигналов преобразователями АО-1000-0201, АО-1000-0401, АО-4000-0402, АО-4000-0802 необходимо обязательное подключение источника постоянного тока на 24 В к соответствующим клеммам согласно схемам.

5) Перейти в ПО «СКПро» на вкладку «Data», выбрать таблицу точек данных «Point Table», затем во вкладке «QW» найти строки данных для преобразователя. Текущее значение входной или выходной величины будет указано в соответствующей строке в столбце «Value», а в строке «Signal Type» будет указана текущая настройка канала воспроизведений: диапазон в вольтах.

6) Последовательно воспроизвести с преобразователя пять сигналов напряжения постоянного тока, равномерно распределенных внутри диапазона преобразований (в поддиапазонах от 0 до 10 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 % и от 90 до 100 %). Для этого в столбце «Force» дважды кликнуть мышью – появиться обозначение «УМ», затем в столбце «Value» ввести необходимое значение цифрового сигнала, пропорциональное воспроизводимой величине напряжения постоянного тока, и нажать на клавиатуре «Enter».

7) Зафиксировать измеренные мультиметром значения напряжения постоянного тока для каждого воспроизведенного преобразователем значения.



8) Повторить п.п. 6)-7) для каждого диапазона преобразований и для каждого канала воспроизведений.

9) Рассчитать значения приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований цифрового сигнала в значения напряжения постоянного тока по формуле (7) в разделе 11.

10.6 Определение приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований цифрового сигнала в значения силы постоянного тока проводить в следующей погрешности (для модификаций АО-1000-0201, АО-1000-0401, АО-3000-0401, АО-4000-0401, АО-4000-0421, АО-4000-0402, АО-4000-0802):

1) Выполнить операции 1) – 15) п. 8.2.

2) Настроить диапазон преобразований силы постоянного тока для каждого канала воспроизведений из выпадающего списка.

3) Выполнить операции 17) – 18) п. 8.2.

4) Подключить мультиметр к каналу воспроизведений преобразователя согласно схемам, приведенным в руководстве по эксплуатации.

Примечание – Для корректного воспроизведения сигналов преобразователями АО-1000-0201, АО-1000-0401, АО-4000-0421, АО-4000-0402, АО-4000-0802 необходимо обязательное подключение источника постоянного тока на 24 В к соответствующим клеммам согласно схемам.

5) Перейти в ПО «СКПро» на вкладку «Data», выбрать таблицу точек данных «Point Table», затем во вкладке «QW» найти строки данных для необходимого преобразователя. Текущее значение входной или выходной величины будет указано в соответствующей строке в столбце «Value», а в строке «Signal Type» будет указана текущая настройка канала воспроизведений: диапазон в миллиамперах.

6) Последовательно воспроизвести с преобразователя пять сигналов силы постоянного тока, равномерно распределенных внутри диапазона преобразований (в поддиапазонах от 0 до 10 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 % и от 90 до 100 %). Для этого в столбце «Force» дважды кликнуть мышью – появиться обозначение «УМ», затем в столбце «Value» ввести необходимое значение цифрового сигнала, пропорциональное воспроизводимой величине силы постоянного тока, и нажать на клавиатуре «Enter».

7) Зафиксировать измеренные мультиметром значения силы постоянного тока для каждого воспроизведенного преобразователем значения.

8) Повторить п.п. 6)-7) для каждого диапазона преобразований и для каждого канала воспроизведений.

9) Рассчитать значения приведенной к диапазону преобразований погрешности преобразований цифрового сигнала в значения силы постоянного тока по формуле (7) в разделе 11.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 11.1 Формулы, используемые при расчетах:

$$\gamma = \frac{X_{\text{расч}} - X_{\text{эт}}}{X_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $X_{\text{расч}}$  – расчетное значение напряжения постоянного тока (силы постоянного тока), определяется по формуле (2), В (мА);

$X_{\text{эт}}$  – воспроизведенное калибратором значение напряжения постоянного тока (силы постоянного тока), В (мА);

$X_{\text{норм}}$  – нормирующее значение, равное диапазону преобразований напряжения постоянного тока (силы постоянного тока) в цифровой сигнал, В (мА).

$$X_{\text{расч}} = X_{\text{н}} + (X_{\text{в}} - X_{\text{н}}) \cdot \frac{(A - A_{\text{н}})}{(A_{\text{в}} - A_{\text{н}})}, \quad (2)$$



где  $X_n$  – нижний предел диапазона преобразований напряжения постоянного тока (силы постоянного тока) в цифровой сигнал, В (мА);

$X_v$  – верхний предел диапазона преобразований напряжения постоянного тока (силы постоянного тока) в цифровой сигнал, В (мА);

$A$  – значение цифрового сигнала, по показаниям преобразователя, ед.;

$A_n$  – нижний предел диапазона преобразований напряжения постоянного тока (силы постоянного тока) в цифровой сигнал, ед.;

$A_v$  – верхний предел диапазона преобразований напряжения постоянного тока (силы постоянного тока) в цифровой сигнал, ед.

$$\gamma = \frac{Y_{\text{расч}} - Y_{\text{эт}}}{Y_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $Y_{\text{расч}}$  – расчетное значение температуры, определяется по формуле (4), °С;

$Y_{\text{эт}}$  – значение температуры, эквивалентное в соответствии с ГОСТ 6651-2009 воспроизведенному калибратором значению электрического сопротивления постоянному току, °С;

$X_{\text{норм}}$  – нормирующее значение, равное диапазону преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал, °С.

$$Y_{\text{расч}} = Y_n + (Y_v - Y_n) \cdot \frac{(A - A_n)}{(A_v - A_n)}, \quad (4)$$

где  $Y_n$  – нижний предел диапазона преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал, °С;

$Y_v$  – верхний предел диапазона преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал, °С;

$A$  – значение цифрового сигнала, по показаниям преобразователя, ед.;

$A_n$  – нижний предел диапазона преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал, ед.;

$A_v$  – верхний предел диапазона преобразований сигналов от термопреобразователей сопротивления ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал, ед.

$$\gamma = \frac{Y_{\text{расч}} - Y_{\text{эт}}}{Y_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $Y_{\text{расч}}$  – расчетное значение температуры, определяется по формуле (6), °С;

$Y_{\text{эт}}$  – значение температуры, эквивалентное в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001 воспроизведенному калибратором значению напряжения постоянного тока, °С;

$X_{\text{норм}}$  – нормирующее значение, равное диапазону преобразований сигналов от термопар ГОСТ Р 8.585-2001 в цифровой сигнал, °С.

$$Y_{\text{расч}} = Y_n + (Y_v - Y_n) \cdot \frac{(A - A_n)}{(A_v - A_n)}, \quad (6)$$

где  $Y_n$  – нижний предел диапазона преобразований сигналов от термопар ГОСТ Р 8.585-2001 в цифровой сигнал, °С;

$Y_v$  – верхний предел диапазона преобразований сигналов от термопар ГОСТ Р 8.585-2001 в цифровой сигнал, °С;

$A$  – значение цифрового сигнала, по показаниям преобразователя, ед.;

$A_n$  – нижний предел диапазона преобразований сигналов от термопар ГОСТ Р 8.585-2001 в цифровой сигнал, ед.;

$A_v$  – верхний предел диапазона преобразований сигналов от термопар ГОСТ Р 8.585-2001 в цифровой сигнал, ед.

$$\gamma = \frac{X_{\text{расч}} - X_{\text{эт}}}{X_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (7)$$

где  $X_{\text{расч}}$  – расчетное значение напряжения постоянного тока (силы постоянного тока), определяется по формуле (2), В (мА);

$X_{\text{эт}}$  – измеренное мультиметром значение напряжения постоянного тока (силы постоянного тока), В (мА);

$X_{\text{норм}}$  – нормирующее значение, равное диапазону преобразований напряжения постоянного тока (силы постоянного тока) в цифровой сигнал, В (мА).

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

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

## **12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

12.1 Результаты поверки преобразователя 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, измеряемых величин и диапазонов измерений выполнена поверка.

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

12.4 По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда преобразователь 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 преобразователя оформляются по произвольной форме.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Основные метрологические характеристики преобразователей

| Модификация преобразователя | Кол-во каналов | Диапазоны преобразований аналоговых сигналов/диапазоны цифровых сигналов            |   | Пределы допускаемой погрешности преобразований входного/выходного сигнала (приведенной к диапазону преобразований $\gamma$ , %) |
|-----------------------------|----------------|---|---|---|
|                             |                | На входе  | На выходе   |   |
| AI-1000-0401                | 4              | от -10 до +10 В<br>от -5 до +5 В<br>от 0 до +5 В<br>от 0 до +10 В<br>от 0 до +20 мА | от 0 до 20000 ед.   | $\pm 0,25$  |
|                             |                | от +4 до +20 мА   | от 4000 до 20000 ед.  |   |
| AI-1000-0802                | 8              | от 0 до +20 мА<br>от +4 до +20 мА   | от 0 до 20000 ед.<br>от 4000 до 20000 ед.   | $\pm 0,25$  |
| AI-1000-0403                | 4              | Pt100<br>M50<br>M100<br>Pt1000<br>H1000   | от -200 °С до +560 °С<br>от -50 °С до +250 °С<br>от -50 °С до +150 °С<br>от -200 °С до +850 °С<br>от -60 °С до +180 °С  | $\pm 0,25$  |
| AI-1000-0404                | 4              | S<br>T<br>R<br>E<br>N<br>K<br>J   | от -50 °С до +1700 °С<br>от -250 °С до +400 °С<br>от -50 °С до +1700 °С<br>от -40 °С до +900 °С<br>от -270 °С до +1300 °С<br>от -180 °С до +130 °С<br>от -180 °С до +800 °С | $\pm 0,25$  |
| AO-1000-0201                | 2              | от 0 до 20000 ед.   | от -10 до +10 В<br>от -5 до +5 В<br>от 0 до +5 В<br>от 0 до +10 В<br>от 0 до +20 мА<br>от +4 до +20 мА  | $\pm 0,25$  |

| Модификация преобразователя | Кол-во каналов | Диапазоны преобразований аналоговых сигналов/диапазоны цифровых сигналов |   | Пределы допускаемой погрешности преобразований входного/выходного сигнала (приведенной к диапазону преобразований $\gamma$ , %)                 |           |
|-----------------------------|----------------|--|---|---|-----------|
|                             |                | На входе   | На выходе   |   |           |
| АО-1000-0401                | 4              | от 0 до 20000 ед.  | от -10 до +10 В<br>от -5 до +5 В<br>от 0 до +5 В<br>от 0 до +10 В<br>от 0 до +20 мА<br>от +4 до +20 мА  | $\pm 0,25$  |           |
| AI-3000-0801                | 8              | от -10 до +10 В<br>от -5 до +5 В<br>от 0 до +5 В<br>от 0 до +10 В        | от 0 до 20000 ед.   | $\pm 0,1$   |           |
|                             |                | от 0 до +20 мА<br>от +4 до +20 мА  | от 4000 до 20000 ед.  |   |           |
| AI-3000-1602                | 16             | от 0 до +10 мА<br>от 0 до +20 мА<br>от +4 до +20 мА                      | от 0 до 20000 ед.<br>от 4000 до 20000 ед.   | $\pm 0,1$   |           |
| AI-3000-0805                | 8              | Pt100<br>M50<br>M100<br>Pt1000<br>H1000                                  | от -200 °С до +560 °С<br>от -50 °С до +250 °С<br>от -50 °С до +150 °С<br>от -200 °С до +850 °С<br>от -60 °С до +180 °С  | от -2000 до 5600 ед.<br>от -500 до 2500 ед.<br>от -500 до 1500 ед.<br>от -2000 до 8500 ед.<br>от -600 до 1800 ед.                               | $\pm 0,1$ |
| AI-3000-0806                | 8              | S<br>T<br>R<br>E<br>N<br>K<br>J  | от -50 °С до +1700 °С<br>от -250 °С до +400 °С<br>от -50 °С до +1700 °С<br>от -40 °С до +900 °С<br>от -270 °С до +1300 °С<br>от -180 °С до +130 °С<br>от -180 °С до +800 °С | -500 до 17000 ед.<br>-2500 до 4000 ед.<br>-500 до 17000 ед.<br>-400 до 9000 ед.<br>-2700 до 13000 ед.<br>-1800 до 1300 ед.<br>-1800 до 8000 ед. | $\pm 0,1$ |



| Модификация преобразователя | Кол-во каналов | Диапазоны преобразований аналоговых сигналов/диапазоны цифровых сигналов            |  | Пределы допускаемой погрешности преобразований входного/выходного сигнала (приведенной к диапазону преобразований γ, %)        |
|-----------------------------|----------------|---|--|--|
|                             |                | На входе  | На выходе  |  |
| АО-3000-0401                | 4              | от 0 до 20000 ед.   |  | от -10 до +10 В<br>от -5 до +5 В<br>от 0 до +5 В<br>от 0 до +10 В<br>от 0 до +20 мА<br>от +4 до +20 мА<br><br>±0,1             |
| AI-4000-0801                | 8              | от 0 до +10 мА<br>от 0 до +20 мА  |  | от 0 до 20000 ед.<br><br>±0,13   |
| AI-4000-0821                | 8              | от 0 до +10 мА<br>от 0 до +20 мА  |  | от 0 до 20000 ед.<br><br>±0,13   |
| AI-4000-1601                | 16             | от +4 до +20 мА   |  | от 4000 до 20000 ед.<br><br>±0,13  |
| AI-4000-0804                | 8              | от -10 до +10 В<br>от -5 до +5 В<br>от 0 до +5 В<br>от 0 до +10 В<br>от 0 до +20 мА |  | от 0 до 20000 ед.<br><br>±0,15   |
|                             |                | от +1 до +5 В<br>от +4 до +20 мА  |  | от 4000 до 20000 ед.   |
| AI-4000-0805                | 8              | Pt100<br>M50<br>M100<br>Pt1000<br>H1000   | от -200 °С до +560 °С<br>от -50 °С до +250 °С<br>от -50 °С до +150 °С<br>от -200 °С до +850 °С<br>от -60 °С до +180 °С | от -2000 до 5600 ед.<br>от -500 до 2500 ед.<br>от -500 до 1500 ед.<br>от -2000 до 8500 ед.<br>от -600 до 1800 ед.<br><br>±0,15 |

| Модификация преобразователя | Кол-во каналов | Диапазоны преобразований аналоговых сигналов/диапазоны цифровых сигналов   |   | Пределы допускаемой погрешности преобразований входного/выходного сигнала (приведенной к диапазону преобразований $\gamma$ , %) |
|-----------------------------|----------------|--|---|---|
|                             |                | На входе   | На выходе   |   |
| AI-4000-0806                | 8              | S<br>T<br>R<br>E<br>N<br>K<br>J<br>от -50 °C до +1700 °C<br>от -250 °C до +400 °C<br>от -50 °C до +1700 °C<br>от -40 °C до +900 °C<br>от -270 °C до +1300 °C<br>от -180 °C до +130 °C<br>от -180 °C до +800 °C | -500 до 17000 ед.<br>-2500 до 4000 ед.<br>-500 до 17000 ед.<br>-400 до 9000 ед.<br>-2700 до 13000 ед.<br>-1800 до 1300 ед.<br>-1800 до 8000 ед. | $\pm 0,15$  |
| АО-4000-0401                | 4              | от 0 до 20000 ед.<br>от 4000 до 20000 ед.  | от 0 до +20 мА<br>от +4 до +20 мА   | $\pm 0,1$   |
| АО-4000-0421                | 4              | от 0 до 20000 ед.<br>от 4000 до 20000 ед.  | от 0 до +20 мА<br>от +4 до +20 мА   | $\pm 0,1$   |
| АО-4000-0402                | 4              | от 0 до 20000 ед.  | от -10 до +10 В<br>от -5 до +5 В<br>от 0 до +5 В<br>от 0 до +10 В<br>от 0 до +10 мА<br>от 0 до +20 мА   | $\pm 0,1$   |
|                             |                | от 4000 до 20000 ед.   | от +1 до +5 В<br>от +4 до +20 мА  |   |
| АО-4000-0802                | 4              | от 0 до 20000 ед.  | от -10 до +10 В<br>от -5 до +5 В<br>от 0 до +5 В<br>от 0 до +10 В<br>от 0 до +10 мА<br>от 0 до +20 мА   | $\pm 0,1$   |
|                             |                | от 4000 до 20000 ед.   | от +1 до +5 В<br>от +4 до +20 мА  |   |



| Модификация преобразователя   | Кол-во каналов | Диапазоны преобразований аналоговых сигналов/диапазоны цифровых сигналов |           | Пределы допускаемой погрешности преобразований входного/выходного сигнала (приведенной к диапазону преобразований $\gamma$ , %) |
|---|----------------|--|-----------|---|
|   |                | На входе   | На выходе |   |
| Примечания:<br>1) Для Pt100 и Pt1000: $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ по ГОСТ 6651-2009.<br>2) Для M50 и M100: $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ по ГОСТ 6651-2009.<br>3) Для N1000: $\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ по ГОСТ 6651-2009.<br>4) Термopары типа S, T, R, E, N, K, J по ГОСТ Р 8.585-2001. |                |  |           |   |