СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по метрологии
ФБУ «ЦСМ им. А.М. Муратшина в Республике Башкортостан»

_____ Р.Р. Исмагилов

«22» 05 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Модули ввода-вывода CTR-L

Методика поверки

МП 6.007-2026

г. Уфа
2026

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули ввода-вывода CTR-L (далее – модули), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «КСЭ» (ООО «КСЭ»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость модулей к гэт4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А», гэт13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», гэт14-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока» и ГЭТ 1-2022 Государственный первичный эталон единицы времени, частоты и национальной шкалы времени по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

1.3 Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка модулей 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 таблице А1 Приложения А.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка идентификации программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий, при которых нормируются метрологические характеристики СИ в документации изготовителя, а также по условиям применения средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С 23±2;

– относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;

– атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лиц, имеющие необходимую квалификацию, изучивших настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации на поверяемые барьеры и средств поверки, и прошедших инструктаж по охране труда.

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».

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Средства поверки, применяемые при проведении поверки, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам 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: диапазон измерений от -10 до 60 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±0,4 °С Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 10 до 95 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±3 % Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 30 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±5 гПа.	Прибор комбинированный Testo 622 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53505-13)
п. 8.3 Опробование (при подготовке	Эталон единицы силы постоянного тока 2 разряда в соответствии с ГПС,	Калибратор многофункциональный AOIP

к поверке и опробовании средства измерений) п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	утвержденной Приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А".	(Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 70814-18)
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталон единицы электрического напряжения 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы".	Калибратор многофункциональный AOIP (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 70814-18)
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталон единицы электрического сопротивления постоянного и переменного тока 4 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока".	Калибратор многофункциональный AOIP (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 70814-18)
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Эталон единицы электрического сопротивления постоянного и переменного тока 4 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456 "Об	Магазин электрического сопротивления Р4834 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению

п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока".	единства измерений 11326-90)
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталон единицы электрического сопротивления постоянного и переменного тока 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока".	Катушки электрического сопротивления измерительные Р331 в количестве 2 шт. с номинальным сопротивлением на 10000 Ом (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 1162-58)
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталон единицы эталон единицы времени и частоты 5 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2360 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты ".	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3413/1 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 55497-13)
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

5.2 Для конфигурации модулей и отображения показаний используется сервисное ПО, идентификационные которого приведены в описании типа.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны выполняться требования по безопасности, изложенные в эксплуатационной документации используемых средств поверки и барьеров, а также общих требований электробезопасности («Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017).

6.2 Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже 2-ой.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра проверить отсутствие механических повреждений барьеров, наличие необходимых надписей на панелях барьера и их соответствие отметкам в паспорте, соответствие комплектности барьера технической документации.

Не допускают к дальнейшей поверке барьеры, у которых обнаружено:

– неудовлетворительное состояние монтажа, неудовлетворительное крепление разъемов;

– грубые механические повреждения наружных частей, органов регулирования и управления и прочие повреждения.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Устанавливают соответствие п. 3 и п. 6 настоящей методики.

8.2 Поверяемые барьеры и эталоны должны быть выдержаны во включенном состоянии не менее 15 минут.

8.3 Опробование модулей проводится в соответствии с эксплуатационной документацией путем выполнения тестов, предусмотренных программным обеспечением модулей. Допускается совмещать опробование с процедурой определения погрешности.

9 Проверка идентификации программного обеспечения средства измерений

Для проверки идентификационных данных встроенного программного обеспечения модулей необходимо сличить данные указанные в паспорте с данными, указанными в описании типа.

Модуля допускается к дальнейшей поверке, если номер версии программного обеспечения соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение основной приведённой к диапазону выходного сигнала погрешности преобразований входного сигнала от термометров сопротивления в выходной сигнал проводить при пяти значениях входного сигнала, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 95 % от диапазона входного сигнала.

10.1.1 Собрать схему, указанную на рисунке 1;

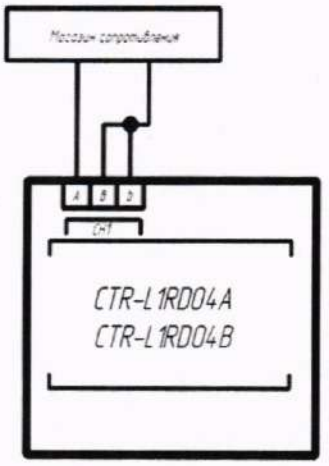


Рисунок 1 – Схема подключения для определения основной приведенной от диапазона выходного сигнала погрешности преобразований входного сигнала от термометров сопротивления в выходной сигнал

10.1.2 С помощью сервисного ПО и персонального компьютера сконфигурировать входной сигнал модуля в соответствии с руководством пользователя для конфигуратора KSECON для термометра сопротивления типа Pt100 (для модуля CTR-L1RD04A) и Pt1000 (для модуля CTR-L1RD04B) по ГОСТ 6651-2009;

10.1.3 При помощи магазина электрического сопротивления Р4834 задать требуемые значения входного сигнала сопротивления постоянному току, соответствующие значению температуры термометра сопротивления типа Pt100 (для модуля CTR-L1RD04A) и Pt1000 (для модуля CTR-L1RD04B) по ГОСТ 6651-2009;

10.1.4 Дождаться установления выходного сигнала и снять показания с конфигуратора KSECON;

10.1.5 Повторить пункты 10.1.1-10.1.4 для сигналов от термометров сопротивления 100П (для модуля CTR-L1RD04A) и Ni1000 (для модуля CTR-L1RD04B) по ГОСТ 6651-2009;

10.1.6 Повторить пункты 10.1.1-10.1.5 для каждого канала модуля.

10.2 Определение абсолютной погрешности преобразований входного сигнала от термопар в выходной сигнал проводить при пяти значениях

входного сигнала, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 95 % от диапазона входного сигнала.

10.1.1 Собрать схему, указанную на рисунке 2;

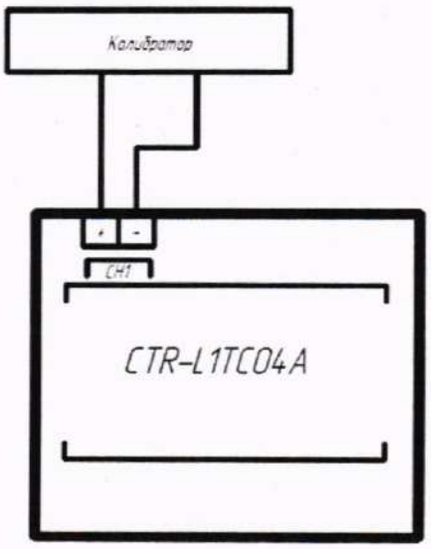


Рисунок 2 – Схема подключения для определения абсолютной погрешности преобразований входного сигнала от термопар в выходной сигнал

10.2.2 С помощью сервисного ПО и персонального компьютера сконфигурировать входной сигнал модуля в соответствии с руководством пользователя для конфигуратора KSECON для термопары типа К по ГОСТ Р 8.585-2001;

10.2.3 При помощи калибратора многофункционального AOIP задать требуемые значения входного сигнала напряжения постоянного тока, соответствующие значению температуры термопары типа К по ГОСТ Р 8.585-2001;

10.2.4 Дождаться установления выходного сигнала и снять показания с конфигуратора KSECON;

10.2.5 Повторить пункты 10.2.1-10.2.4 для сигналов от термопар остальных типов по ГОСТ 6651-2009, приведенных в описании типа;

10.2.6 Повторить пункты 10.2.1-10.2.5 для каждого канала модуля.

10.3 Определение основной приведённой к диапазону выходного сигнала погрешности преобразований входного сигнала от термометров сопротивления в выходной сигнал проводить при шести значениях входного сигнала, а именно -14 °С, 10 °С, 25 °С, 40 °С,70 °С, 94 °С.

10.3.1 Собрать схему, указанную на рисунке 3;

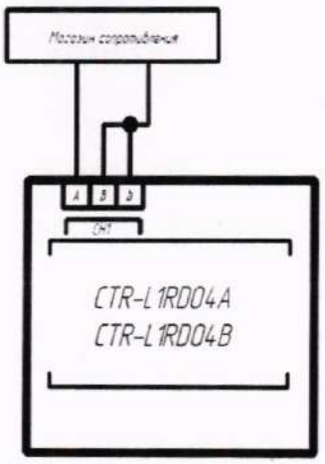


Рисунок 3 – Схема подключения для определения основной приведенной от диапазона выходного сигнала погрешности преобразований входного сигнала от термопреобразователей сопротивления полупроводниковых типа NTC в выходной сигнал

10.3.2 С помощью сервисного ПО и персонального компьютера сконфигурировать входной сигнал модуля в соответствии с руководством пользователя для конфигуратора KSECON для термопреобразователей сопротивления полупроводниковых типа NTC с номинальной статической характеристики преобразования NTC-10K;

10.3.3 При помощи магазина электрического сопротивления Р4834 задать требуемые значения входного сигнала сопротивления постоянному току, соответствующие значению температуры для термопреобразователей сопротивления полупроводниковых типа NTC с номинальной статической характеристики преобразования NTC-10K согласно таблице приведенной в Приложении А;

10.3.4 Дождаться установления выходного сигнала и снять показания с конфигуратора KSECON;

10.3.5 Повторить пункты 10.1.1-10.1.4 для каждого канала модуля.

10.4 Определение основной приведённой от диапазона выходного сигнала погрешности преобразований входного сигнала в виде силы (напряжения) постоянного тока в выходной сигнал проводить при пяти значениях входного сигнала, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 95 % от диапазона входного сигнала.

10.4.1 Собрать схему, указанную на рисунке 4;

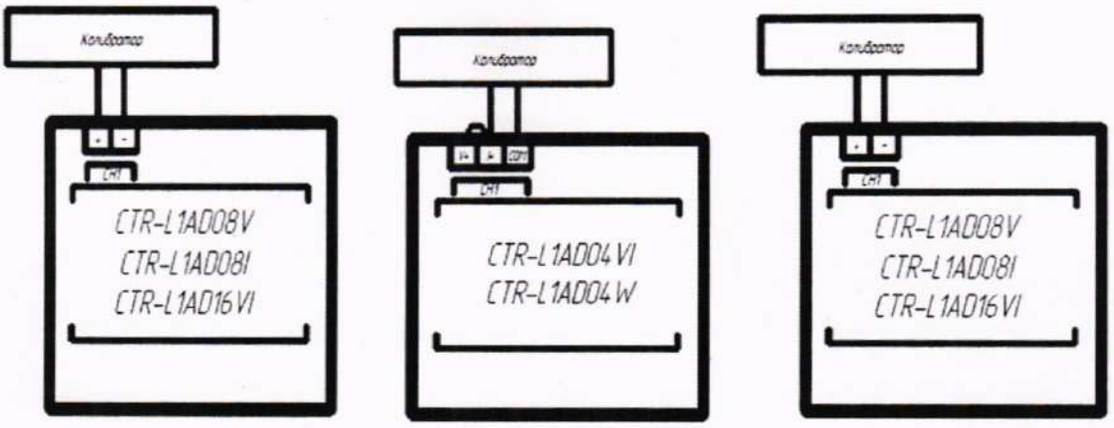


Рисунок 4 – Схема подключения для определения основной приведенной к диапазону выходного сигнала погрешности преобразований входного сигнала в виде силы (напряжения) постоянного тока в выходной сигнал

10.4.2 С помощью сервисного ПО и персонального компьютера сконфигурировать любой диапазон и тип входного сигнала модуля для измерения сигналов силы (напряжения) постоянного тока, согласно приведенным в приложении А в соответствии с руководством пользователя для конфигуратора KSECON;

10.4.3 При помощи калибратора многофункционального AOIP задать требуемые значения входного сигнала силы (напряжения) постоянного тока;

10.4.4 Дождаться установления выходного сигнала и снять показания с конфигуратора KSECON;

10.4.5 Повторить пункты 10.4.1-10.4.4 для всех остальных диапазонов и типов входных сигналов силы (напряжения) постоянного тока, приведенных в описании типа;

10.4.6 Повторить пункты 10.4.1-10.4.5 для каждого канала модуля.

10.5 Определение основной приведённой к диапазону выходного сигнала погрешности преобразований входного сигнала в виде силы (напряжения) постоянного тока в выходной сигнал проводить при пяти значениях входного сигнала, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 95 % от диапазона входного сигнала.

10.5.1 Собрать схему, указанную на рисунке 5;

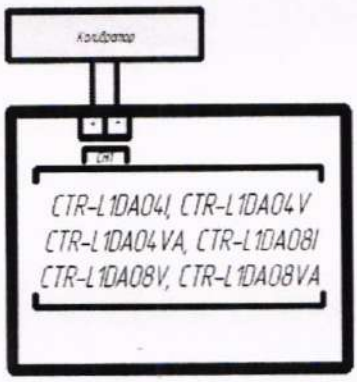


Рисунок 5 – Схема подключения для определения основной приведенной от диапазона выходного сигнала погрешности преобразований силы (напряжения) постоянного тока

10.5.2 С помощью сервисного ПО и персонального компьютера сконфигурировать любой диапазон и тип выходного сигнала модуля для воспроизведения сигналов силы (напряжения) постоянного тока, согласно приведенным в приложении А в соответствии с руководством пользователя для конфигуратора KSECON;

10.5.3 При помощи конфигуратора KSECON задать требуемые значения входного сигнала силы (напряжения) постоянного тока;

10.5.4 Дождаться установления выходного сигнала и снять показания с калибратора многофункционального AOIP;

10.5.5 Повторить пункты 10.5.1-10.5.4 для всех остальных диапазонов и типов выходных сигналов силы (напряжения) постоянного тока, приведенных в описании типа;

10.5.6 Повторить пункты 10.5.1-10.5.5 для каждого канала модуля.

10.6 Определение приведённой к диапазону выходного сигнала погрешности от диапазона погрешности преобразований сигналов от тензодатчиков в выходной сигнал проводить при пяти значениях входного сигнала, соответствующих 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 95 % от диапазона входного сигнала.

10.6.1 Собрать схему, указанную на рисунке 6;

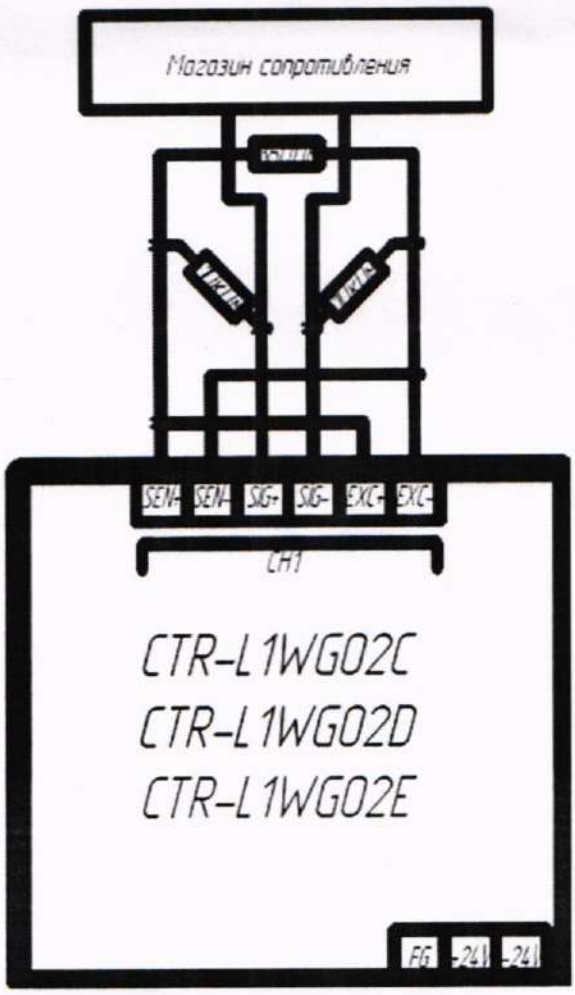


Рисунок 6 – Схема подключения для определения приведенной от диапазона погрешности преобразований сигналов от тензодатчиков

10.6.2 При помощи магазина электрического сопротивления Р4834, включенного в цепь с калибратора многофункционального AOIP и мерами электрического сопротивления, установить требуемые значения входного сигнала, проводить при. при шести значениях входного сигнала, а именно 1,95 Ом, 9,75 Ом, 19,50 Ом, 29,25 Ом, 37,05 Ом.

10.6.3 Дождаться установления выходного сигнала и снять показания с конфигуратора KSECON;

10.6.4 Повторить пункты 10.6.2-10.6.3 для каждого канала модуля.

10.7 Определение абсолютной погрешности счёта импульсов проводить при пяти значениях входной частоты, а именно 1000 Гц, 10000 Гц, 50000 Гц, 100000 Гц, 200000 Гц.

10.7.1 Собрать схему, указанную на рисунке 7;

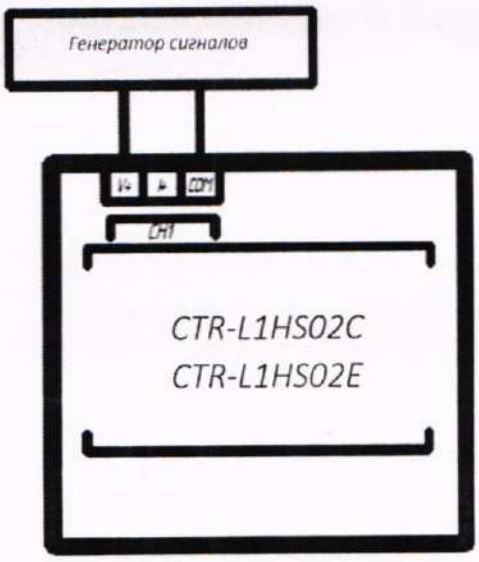


Рисунок 7 – Схема подключения для определения абсолютной погрешности счёта импульсов

10.7.2 С помощью сервисного ПО и персонального компьютера сконфигурировать входной сигнал модуля в соответствии с руководством пользователя для конфигуратора KSECON для счёта импульсов;

10.7.3 При помощи генератора сигналов специальной формы АКИП-3413/1 задать 100000 импульсов при частоте 1000 Гц;

10.7.4 Дождаться окончания счёта и снять показания с конфигуратора KSECON;

10.7.5 Повторить пункты 10.7.1-10.7.4 для частот 10000 Гц, 50000 Гц, 100000 Гц, 200000 Гц;

10.7.6 Повторить пункты 10.7.1-10.7.5 для каждого канала модуля.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Рассчитать основную приведенную от диапазона выходного сигнала погрешность преобразований входного сигнала от термометров сопротивления в выходной сигнал в каждой точке по формуле (1):

$$\gamma_T = \frac{(T_{отоб} - T_{зад})}{(T_{макс} - T_{мин})} \cdot 100\ \%, \qquad (1)$$

где

γ_T – приведенная (от диапазона измерений) погрешность преобразования, %;

$T_{зад}$ – заданное значение температуры, °С;

$T_{отоб}$ – отображаемое значение температуры, °С;

$T_{мин}$ – минимальное значение температуры, °С;

$T_{макс}$ – максимальное значение температуры, °С.

11.2 Рассчитать абсолютную погрешность преобразований входного сигнала от термопар в выходной сигнал, в каждой точке по формуле (2):

$$\Delta_T = T_{отоб} - T_{зад}, \quad (2)$$

где

Δ_T – абсолютная погрешность (с учетом погрешности компенсации температуры холодного спая) преобразования, %;

$T_{зад}$ – заданное значение температуры, °С;

$T_{отоб}$ – отображаемое значение температуры, °С.

11.3 Рассчитать основную приведенную к диапазону выходного сигнала погрешность преобразований входного сигнала в виде сигналов силы (напряжения) постоянного тока в выходной сигнал в каждой точке по формуле (3):

$$\gamma_{I(U)} = \frac{(I_{расч}(U_{расч}) - I_{зад}(U_{зад}))}{I_{макс}(I_{макс}) - I_{мин}(U_{мин})} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где

$\gamma_{I(U)}$ – приведенная (от диапазона измерений) погрешность преобразования силы (напряжения) постоянного тока, %;

$I_{зад}(U_{зад})$ – заданное значение входного силы (напряжения) постоянного тока, мА (В);

$I_{расч}(U_{расч})$ – рассчитанное значение силы (напряжения) выходного постоянного тока, мА (В);

$I_{мин}(U_{мин})$ – минимальное значение силы (напряжения) выходного постоянного тока, мА (В);

$I_{макс}(U_{макс})$ – максимальное значение силы (напряжения) выходного постоянного тока, мА (В).

11.4.1 Результаты в виде кода пересчитываются в значения силы (напряжения) выходного постоянного тока в каждой точке по формуле (4):

$$I_{расч}(U_{расч}) = I_{мин}(U_{мин}) + \frac{(I_{макс}(U_{макс}) - I_{мин}(U_{мин})) \cdot (x_{изм} - x_{мин})}{x_{макс} - x_{мин}}, \quad (4)$$

где

$x_{изм}$ – значение выходного кода, соответствующее заданному (текущему) значению силы (напряжения) постоянного тока, $I_{зад}(U_{зад})$;

$x_{мин}$ - минимальное значение кода, соответствующее минимальному значению силы (напряжения) постоянного тока в диапазоне, $I_{мин}(U_{мин})$;

$x_{макс}$ - максимальное значение кода, соответствующее максимальному значению силы (напряжения) постоянного тока в диапазоне, $I_{макс}(U_{макс})$.

11.5 Рассчитать основную приведенную от диапазона выходного сигнала погрешности воспроизведения силы (напряжения) постоянного тока постоянного тока в выходной сигнал в каждой точке по формуле (5):

Основные приведённые от диапазона измерений погрешности преобразования модулей CTR-L1DA04V, CTR-L1DA04VA, CTR-L1DA08V, CTR-L1DA08VA, CTR-L1DA04I и CTR-L1DA08I в каждой точке пересчитываются по формуле (3):

$$\gamma_{I(U)} = \frac{(I_{изм}(U_{изм}) - I_{зад}(U_{зад}))}{I_{макс}(I_{макс}) - I_{мин}(U_{мин})} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где

$\gamma_{I(U)}$ – приведенная к диапазону измерений погрешность преобразования силы (напряжения) постоянного тока, %;

$I_{зад}(U_{зад})$ – заданное значение входного силы (напряжения) постоянного тока, мА (В);

$I_{изм}(U_{изм})$ – измеренное значение силы (напряжения) выходного постоянного тока, мА (В);

$I_{мин}(U_{мин})$ – минимальное значение силы (напряжения) выходного постоянного тока, мА (В);

$I_{макс}(U_{макс})$ – максимальное значение силы (напряжения) выходного постоянного тока, мА (В);

11.5.1 Результаты в виде кода пересчитываются в значения силы (напряжения) выходного постоянного тока в каждой точке по формуле (6):

$$I_{зад}(U_{зад}) = I_{мин}(U_{мин}) + \frac{(I_{макс}(U_{макс}) - I_{мин}(U_{мин})) \cdot (x_{зад} - x_{мин})}{x_{макс} - x_{мин}}, \quad (6)$$

где

$x_{зад}$ – заданное значение входного кода, соответствующее заданному (текущему) значению силы (напряжения) постоянного тока, $I_{зад}(U_{зад})$;

$x_{мин}$ - минимальное значение кода, соответствующее минимальному значению силы (напряжения) постоянного тока в диапазоне, $I_{мин}(U_{мин})$;

$x_{макс}$ - максимальное значение кода, соответствующее максимальному значению силы (напряжения) постоянного тока в диапазоне, $I_{макс}(U_{макс})$.

11.6 Рассчитать приведенную от диапазона погрешность преобразований сигналов от тензодатчиков в каждой точке по формуле (7):

$$\gamma = \frac{(X_{расч} - X_{зад})}{X_{макс} - X_{мин}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где

γ – приведенная (от диапазона измерений) погрешность преобразования сигналов от тензодатчиков, %;

$X_{зад}$ – заданное значение сигнала от тензодатчика, в виде кода;

$X_{изм}$ – рассчитанное значение сигнала от тензодатчика, в виде кода;

$X_{мин}$ – минимальное значение кода, соответствующее минимальному значению сигнала от тензодатчика;

$X_{макс}$ – максимальное значение кода, соответствующее максимальному значению сигнала от тензодатчика.

11.7 Рассчитать абсолютную погрешность счёта импульсов в каждой точке по формуле (8):

$$\Delta_N = N_{изм} - N_{зад}, \quad (8)$$

где

Δ_N – абсолютная погрешность счёта импульсов;

$N_{изм}$ – заданное количество импульсов;

$N_{отоб}$ – отображаемое количество импульсов.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки модулей 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 измеряемых величин выполнена поверка.

12.3 По заявлению владельца модуля или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда модуль подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики модулей

Таблица А1 - Метрологические характеристики модулей

Обозначение модуля	Наименование характеристики	Значение
Модули ввода датчиков термосопротивления		
CTR-L1RD04A	Количество входных каналов, шт.	4
	Диапазон измерения электрического сопротивления, Ом (°С)	
	- от термопреобразователей типа Pt100 - от термопреобразователей типа 100П	от 18,52 до 313,71 (от -200 до +600) от 17,24 до 317,11 (от -200 до +600)
	Пределы допускаемой основной приведенной[1] погрешности измерений, %	±0,1
	Пределы допускаемой дополнительной приведенной[1] погрешности измерений, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормальной[2] на каждые 10 °С, %	±0,1
CTR-L1RD04B	Количество входных каналов, шт.	4
	Диапазон измерения электрического сопротивления, Ом (°С):	
	- от термопреобразователей типа Pt1000 - от термопреобразователей типа Ni1000	от 185,2 до 3137,1 (от -200 до +600) от 694,5 до 1759,5 (от -60 до +120)
	Пределы допускаемой основной приведенной[1] погрешности измерений, %	±0,2
	Пределы допускаемой дополнительной приведенной[1] погрешности измерений, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормальной[2] на каждые 10 °С, %	±0,2
Модуль ввода сигналов термопар		
CTR-L1TC04A	Количество входных каналов, шт.	4
	Диапазон измерения термоэлектродвижущей силы, мВ (°С):	
	- от термопар типа K - от термопар типа T - от термопар типа B - от термопар типа R - от термопар типа S - от термопар типа N	от -5,891 до +48,838 (от -200 до +1200) от -5,603 до +20,872 (от -200 до +400) от +0,787 до +13,591 (от +400 до +1800) от 0 до +20,877 (от 0 до +1750) от 0 до 18,503 (от 0 до +1750) от -3,990 до +43,846 (от -200 до +1200)
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений (с учетом погрешности компенсации температуры холодного спая), °С	±(0,2 % от настроенного диапазона + 1)
Модуль ввода термисторных датчиков		
	Количество входных каналов, шт.	8

Обозначение модуля	Наименование характеристики	Значение
CTR-L1TH08A	Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования*	NTC-10K
	Номинальное значение сопротивления при температуре +25 °С, кОм	10
	Диапазон измерения электрического сопротивления, Ом (°С)	
	- тип NTC-термистор	от 67770 до 970 Ом (от -20 до +100)
	Разрешение входного сопротивления термистора	0 Ом ~ 40 кОм: 1 Ом 40 кОм ~ 400 кОм: 10 Ом 400 кОм ~ 1МОм: 30 Ом
	Пределы приведенной[1] погрешности измерений при номинальном значении сопротивления, %	±0,2
	Пределы допускаемой приведенной[1] погрешности измерений при отклонении от номинального значения сопротивления, %	±1,5
	Пределы допускаемой дополнительной приведенной[1] погрешности измерений, при отклонении от номинального значения сопротивления, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормальной* на каждые 10 °С, %	±2,0
*Номинальная статическая характеристика терморезисторов приведена в таблице 4.		
Модули аналогового ввода		
CTR-L1AD08V, CTR-L1AD08I, CTR-L1AD16VI, CTR-L1AD04VI, CTR-L1AD04W	Количество входных каналов, шт.: - для модулей CTR-L1AD08V, CTR-L1AD08I - для модуля CTR-L1AD16VI - для модулей CTR-L1AD04VI, CTR-L1AD04W	8 16 4
	Диапазоны измерения входных аналоговых сигналов силы и напряжения постоянного тока	
	- для модуля CTR-L1AD08V, В	от 0 до 5 от 1 до 5 от 0 до 10 от -10 до +10
	- для модуля CTR-L1AD08I, мА	0 – 20 4 – 20
	- для модулей CTR-L1AD16VI, CTR-L1AD04VI, CTR-L1AD04W	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА от 0 до 5 В от 1 до 5 В от 0 до 10 В от -10 до +10 В
	Диапазоны выходных сигналов, бит: - для модуля CTR-L1AD08V - для модулей CTR-L1AD08I, CTR-L1AD16VI, CTR-L1AD04VI, CTR-L1AD04W	14 16
	Пределы допускаемой основной приведенной[1] погрешности измерения аналоговых сигналов силы постоянного тока, %	±0,2
	Пределы допускаемой основной приведенной[1] погрешности измерения аналоговых сигналов напряжения постоянного тока, %	±0,2 ±0,5 (для модуля CTR-L1AD04W)
	Пределы допускаемой дополнительной приведенной[1] погрешности измерения, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормальной[2] на каждые 10 °С, %	±0,15
Модули аналогового вывода		
CTR-L1DA04V,	Количество выходных каналов, шт.:	

Обозначение модуля	Наименование характеристики	Значение
CTR-L1DA04VA, CTR-L1DA08V, CTR-L1DA08VA, CTR-L1DA04I, CTR-L1DA08I,	- для модулей CTR-L1DA04V, CTR-L1DA04VA, CTR-L1DA04I - для модулей CTR-L1DA08V, CTR-L1DA08VA, CTR-L1DA08I	4 8
	Диапазон измерения входных сигналов, бит	14
	Диапазоны выходных сигналов: - для модулей CTR-L1DA04V, CTR-L1DA08V, В - для модулей CTR-L1DA04VA, CTR-L1DA08VA, В - для модулей CTR-L1DA04I, CTR-L1DA08I, мА	от -10 до +10 от 0 до 10 от 4 до 20
	Пределы допускаемой основной приведенной[1] погрешности воспроизведения аналоговых сигналов силы и напряжения постоянного тока, %	±0,2
	Пределы допускаемой дополнительной приведенной[1] погрешности воспроизведения, вызванной отклонением температуры окружающей среды от нормальной[2] на каждые 10 °С, %	±0,5
Модули ввода тензометрического датчика		
CTR-L1WG02C, CTR-L1WG02D, CTR-L1WG02E	Количество входных каналов, шт.	2
	Метод преобразования аналого-цифровой	Сигма Дельта
	Скорость преобразования аналого-цифровая	1000 раз/с (1 канал)
	Пределы допускаемой приведенной[1] погрешности измерения сигналов от тензодатчиков, %	±0,1
	Максимальный рабочий коэффициент передачи (РКП) датчика -для модуля CTR-L1 WG02C, мВ/В -для модулей CTR-L1 WG02D, CTR-L1 WG02E, мВ/В	2 3,6
	Разрешающее напряжение тензодатчика	5 В ± 5 % (максимально 350 Ом из 16 параллельных соединений)
	Разрешение АЦП	24 бит
	Разрешающая способность	1/40000
Модули высокоскоростного счётчика импульсов		
CTR-L1HS02C, CTR-L1HS02E	Входной сигнал счёта	1-фазный вход / 2-фазный вход
	Уровень сигнала (фА, фБ)	5/12/24 В (2…5 мА)
	Диапазон подсчёта	32-разрядные знаковые двоичные значения (минус 2 147 483 648… плюс 2 147 483 647)
	Тип -для модуля CTR-L1HS02C -для модуля CTR-L1HS02E	Энкодер PNP (-Общий) Энкодер NPN (+Общий)
	Максимальная частота подсчёта импульсов, кГц	200
	Длительность входных импульсов, мкс не менее	5
	Коэффициент заполнения, %	50
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения, имп	±1
[1]Нормируемым значением для приведенной погрешности является разность между максимальным и минимальным значением диапазона измерений.		
[2]Диапазон температуры при нормальных условиях от +21 до +25 °С		

Таблица А2 - Номинальная статическая характеристика терморезисторов

t, °C	R, кОм	t, °C	R, кОм	t, °C	R, кОм
-20	67,77	21	11,63	62	2,84
-19	64,57	22	11,20	63	2,75
-18	61,54	23	10,78	64	2,67
-17	58,68	24	10,38	65	2,59
-16	55,97	25	10,00	66	2,51
-15	53,41	26	9,63	67	2,44
-14	50,98	27	9,28	68	2,36
-13	48,68	28	8,94	69	2,30
-12	46,50	29	8,62	70	2,23
-11	44,43	30	8,31	71	2,16
-10	42,47	31	8,01	72	2,10
-9	40,57	32	7,73	73	2,04
-8	38,77	33	7,45	74	1,98
-7	37,06	34	7,19	75	1,92
-6	35,44	35	6,94	76	1,87
-5	33,90	36	6,70	77	1,82
-4	32,44	37	6,47	78	1,77
-3	31,05	38	6,25	79	1,72
-2	29,73	39	6,03	80	1,67
-1	28,48	40	5,83	81	1,62
0	27,28	41	5,63	82	1,58
1	26,13	42	5,44	83	1,53
2	25,03	43	5,26	84	1,49
3	23,99	44	5,08	85	1,45
4	23,00	45	4,91	86	1,41
5	22,05	46	4,75	87	1,37
6	21,15	47	4,59	88	1,34
7	20,30	48	4,44	89	1,30
8	19,48	49	4,30	90	1,27
9	18,70	50	4,16	91	1,23
10	17,96	51	4,03	92	1,20
11	17,24	52	3,90	93	1,17
12	16,56	53	3,77	94	1,14
13	15,90	54	3,65	95	1,11
14	15,28	55	3,54	96	1,08
15	14,69	56	3,43	97	1,05
16	14,12	57	3,32	98	1,02
17	13,58	58	3,22	99	1,00
18	13,06	59	3,12	100	0,97
19	12,56	60	3,02	–	–
20	12,09	61	2,93	–	–