



СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

В.А. Лапшинов

М.п.

«08» октября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи измерительные разделительные МАСХ МСR-ЕХ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-366/10-2021

2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка).....	4
3. Требования к условиям проведения поверки	5
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7. Внешний осмотр средства измерений	7
8. Проверка электрического сопротивления изоляции.....	7
9. Проверка электрической прочности изоляции.....	7
10. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
11. Проверка программного обеспечения средства измерений	10
12. Определение метрологических характеристик средства измерений.....	11
13. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	11
14. Оформление результатов поверки	11
Приложение А	13

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Преобразователи измерительные разделительные MACX MCR-EX (далее по тексту – преобразователи), изготовленные фирмой «PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG», Германия и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 Преобразователи обеспечивают прослеживаемость к:

- ГЭТ4-91 в соответствии с 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»

- ГЭТ 13-01 в соответствии с Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»

- ГЭТ 14-2014 в соответствии с Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»

1.4 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или диапазонов измерений из перечня, приведенного в описании типа (далее по тексту - ОТ), с обязательным указанием в приложении к свидетельству о поверки информации о количестве и составе поверенных измерительных каналов или диапазонов измерений.

1.5 Допускается проведение первичной поверки преобразователей при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию на основании выборки по ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007. Проведение выборочной поверки преобразователей проводится по одноступенчатому выборочному плану для общего контрольного уровня I при приемлемом уровне качества AQL, равном 0,4, по ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007. В зависимости от объема партии количество предоставляемых на поверку преобразователей выбирается согласно таблице 1.

Таблица 1 – Объем предоставляемых на поверку преобразователей

Объем партии, шт	Объем выборки, шт	Приемочное число A_c	Браковочное число R_c
от 51 до 90 вкл.	5	0	1
от 91 до 150 вкл.	8		
от 151 до 280 вкл.	13		
от 281 до 500 вкл.	20		
от 501 до 1200 вкл.	32		
от 1201 до 3200 вкл.	50		
от 3201 до 10000 вкл.	80	1	2
от 10001 до 35000 вкл.	125	2	3
от 35001 до 150000 вкл.	200	3	4
от 150001 до 500000 вкл.	315		

2. Перечень операций поверки средства измерений (далее - поверка)

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2. Проверка электрического сопротивления изоляции	8	да	да
3. Проверка электрической прочности изоляции	9	да	нет
4. Подготовка и опробование средства измерений	10	да	да
5. Проверка программного обеспечения средства измерений	11	да	да
6. Определение метрологических характеристик средства измерений	12	да	да
7. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	13	да	да
8. Оформление результатов поверки	14	да	да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, а преобразователь бракуют.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории соблюдают следующие условия:
-температура окружающей среды, °С от 15 до 25

3.2 В помещении не должно быть сквозняков и сильных конвекционных воздушных потоков.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый преобразователь и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки.

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
Основные средства поверки:		
10	Диапазон воспроизведений силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от -1000 до +1000 мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A (регистрационный номер № 70345-18 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
	Диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(10 \cdot 10^{-6} \cdot I + 4 \cdot 10^{-6} \cdot E)$ Гц, I – значение воспроизводимой частоты, E – верхнее граничное значение диапазона измерений	Мультиметр 3458A (регистрационный номер № 25900-03 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
	Диапазон воспроизведений сопротивления постоянному току от 0 до 50 кОм, КТ 0,02	Магазин сопротивлений Р4831
Вспомогательное оборудование:		
8,9	Средство воспроизведения напряжения от 100 до 5000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, $\pm(0,03 \cdot U_{\text{воспр.}} + 5 \text{ е.м.р.})$, где $U_{\text{воспр.}}$ – значение воспроизводимого напряжения переменного тока, е.м.р. - единица младшего разряда. Средство измерений сопротивления изоляции до 999 МОм пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, $\pm(0,03 \cdot R_{\text{изм.}} + 5 \text{ е.м.р.})$, где $R_{\text{изм.}}$ – значение измеренного электрического сопротивления	Измеритель параметров электробезопасности электроустановок МІ 2094 (регистрационный номер № 36055-07 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)

Продолжение таблицы 3

1	2	3
8-10	Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от 19,2 до 30 В	Источник питания постоянного тока GPR-73060D, (регистрационный номер № 55898-13 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
8-10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, (регистрационный номер № 71394-18 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
8-10	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
8-10	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
8-10	-	Персональный компьютер; наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows с установленным программным обеспечением ANALOG-CONF
8-1	-	Адаптер для программирования IFS-USB-PROG-ADAPTER (только для модификаций MACX MCR-EX-RTD и MACX MCR-EX-TC)

П р и м е ч а н и е: 1) Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью. Допускается применения других средств поверки обеспечивающий коэффициент передачи единицы физической величины 1/3.

2) Все средства измерений, используемые при поверке, должны быть: зарегистрированы в Федеральном информационном фонде средств измерений, утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке или быть аттестованы в установленном порядке, в соответствии с действующим законодательством.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемый преобразователь, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84.

6.4 К электрическому монтажу допускаются лица, имеющие квалификационную группу

по технике безопасности не ниже III в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», прошедшие специальную подготовку и имеющих удостоверение на право проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводится визуально.

7.2 Преобразователь допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид преобразователя соответствует 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. Проверка электрического сопротивления изоляции

8.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводится путем измерения сопротивления между корпусом преобразователя и изолированными по постоянному току электрическими цепями для рабочих напряжений до 500 В при помощи измерителя параметров электробезопасности электроустановок МІ 2094.

Результаты проверки считаются положительными, если сопротивление составило не менее 20 МОм.

9. Проверка электрической прочности изоляции

9.1. Проверка электрической прочности изоляции проводится путем подачи испытательного напряжения между разъемами для измерения физических величин и корпусом преобразователя при помощи измерителя параметров электробезопасности электроустановок МІ 2094. Вначале подается напряжение (230 ± 23) В, которое далее в течение $(5-10)$ секунд увеличивается до величины полного испытательного напряжения – 1500 В (синусоидальной формы, частотой (50 ± 1) Гц). Изоляция должна находиться под полным испытательным напряжением в течение 1 мин, после чего испытательное напряжение снимается с той же скоростью.

Преобразователь считается выдержавшим проверку, если при испытании не произошло пробоя или перекрытия изоляции. Появление «короны» или шума при испытании не является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

10. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

10.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить ЭД 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 ЭД;

- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их ЭД.

10.2 Опробование

10.2.1 Опробование преобразователя модификации MACX MCR-IDS проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему согласно рисунку 1:

- подключить к клеммам питания преобразователя источник питания постоянного тока GPR-73060D (далее – источник питания) в соответствии с ЭД;

- подключить калибратор многофункциональный 5522А (далее – калибратор) к аналоговому входу преобразователя в соответствии с ЭД;
- подключить мультиметр 3458А (далее – мультиметр) к аналоговому выходу преобразователя в соответствии с ЭД;
- подключить магазин сопротивления Р4831 (далее - магазин сопротивления) в качестве нагрузки, установив на нем значение сопротивления постоянному току в соответствии с ЭД;
- 2) включить средства поверки в соответствии с их ЭД, установить на источнике питания значение выходного напряжения постоянного тока 24 В;
- 3) убедиться, что на корпусе преобразователя загорелся светодиод, свидетельствующий о наличии питания;
- 4) подать с калибратора верхнее значение диапазона входного сигнала поверяемого преобразователя;
- 5) убедиться в наличии выходного сигнала преобразователя по изменению показаний мультиметра.

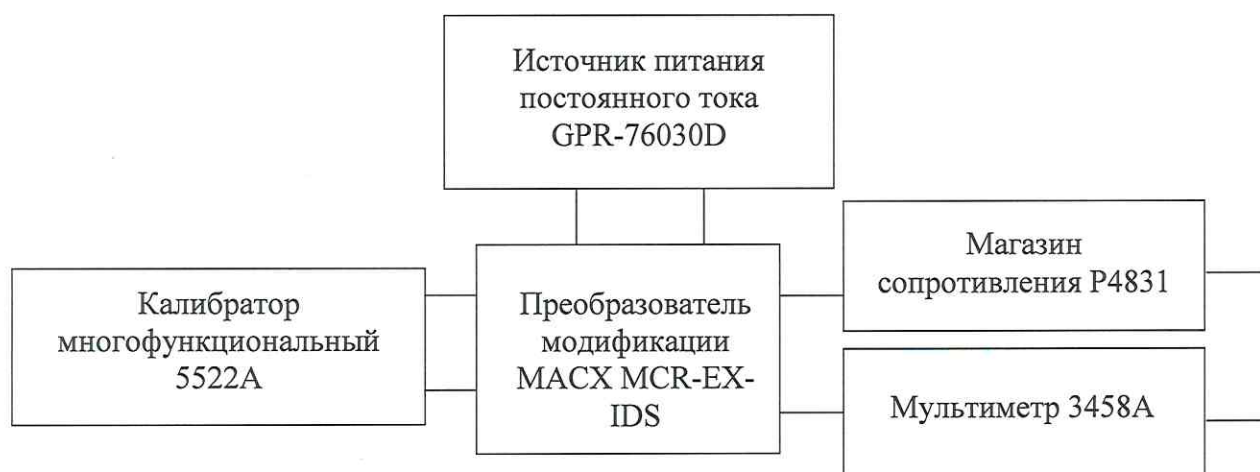


Рисунок 1 – Схема подключений для поверки преобразователя модификации MACX MCR-EX-IDS

10.2.2 Опробование преобразователя модификации MACX MCR-EX-ТС проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему согласно рисунку 2:
 - подключить к клеммам питания преобразователя источник питания в соответствии с ЭД;
 - подключить калибратор к аналоговому входу преобразователя в соответствии с ЭД;
 - подключить мультиметр к аналоговому выходу преобразователя в соответствии с ЭД;
 - подключить преобразователь к персональному компьютеру (далее – ПК) с установленным программным обеспечением ANALOG-CONF через адаптер для программирования IFS-USB-PROG-ADAPTER (далее – адаптер) в соответствии с ЭД;



Рисунок 2 – Схема подключений для поверки преобразователя модификации MACX MCR-EX-TC

- 2) включить средства поверки в соответствии с их ЭД, установить на источнике питания значение выходного напряжения постоянного тока 24 В;
- 3) убедиться, что на корпусе преобразователя загорелся светодиод, свидетельствующий о наличии питания;
- 4) запустить программное обеспечение ANALOG-CONF и установить связь преобразователя с ПК;
- 5) сконфигурировать преобразователь на определенный диапазон входного сигнала напряжения постоянного тока;
- 6) подать с калибратора верхнее значение диапазона входного сигнала поверяемого преобразователя;
- 7) убедиться в наличии выходного сигнала преобразователя по изменению показаний мультиметра.

10.2.3 Опробование преобразователя модификации MACX MCR-EX-RTD проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему согласно рисунку 3:
 - подключить к клеммам питания преобразователя источник питания в соответствии с ЭД;
 - подключить магазин сопротивления к аналоговому входу преобразователя в соответствии с ЭД, контролируя значения воспроизводимого сопротивления постоянному току вольтметром универсальным цифровым GDM-78261 (далее – вольтметром);
 - подключить мультиметр к аналоговому выходу преобразователя в соответствии с ЭД;
 - подключить преобразователь к ПК с установленным программным обеспечением ANALOG-CONF через адаптер в соответствии с ЭД;



Рисунок 3 – Схема подключений для поверки преобразователя модификации MACX MCR-EX-RTD

- 2) включить средства поверки в соответствии с их ЭД, установить на источнике питания значение выходного напряжения постоянного тока 24 В;
- 3) убедиться, что на корпусе преобразователя загорелся светодиод, свидетельствующий о наличии питания;
- 4) запустить программное обеспечение ANALOG-CONF и установить связь преобразователя с ПК;
- 5) сконфигурировать преобразователь на определенный диапазон входного сигнала сопротивления постоянному току;
- 6) установить на магазине сопротивления верхнее значение диапазона входного сигнала поверяемого преобразователя;
- 7) убедиться в наличии выходного сигнала преобразователя по изменению показаний мультиметра.

Преобразователь допускается к дальнейшей поверке, если при подаче на преобразователь входного сигнала, изменяется выходной сигнал, отображаемый на мультиметре.

11. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверка программного обеспечения (далее – ПО) проводится только для модификаций MACX MCR-EX-RTD и MACX MCR-TC в следующей последовательности:

- 1) подключить к клеммам питания преобразователя источник питания в соответствии с ЭД;
- 2) включить источник питания в соответствии с его ЭД, установить на источнике питания значение выходного напряжения постоянного тока 24 В;
- 3) подключить преобразователь к ПК с установленным программным обеспечением ANALOG-CONF через адаптер в соответствии с ЭД;
- 4) запустить ПО ANALOG-CONF и установить связь преобразователя с ПК;
- 5) считать версию встроенного ПО преобразователя в окне программного обеспечения ANALOG-CONF.

Проверка программного обеспечения для модификаций MACX MCR-EX-IDS и не проводится, так как для них отсутствует возможность подключения к ПК и считывания идентификационных данных встроенного ПО.

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

12. Определение метрологических характеристик средства измерений

12.1 Определение приведенной (к верхнему пределу диапазона выходного сигнала) основной погрешности преобразований проводить при значениях, равных 0-5, 20-30, 45-55, 70-80, 95-100 % сконфигурированного диапазона входного сигнала, в следующей последовательности:

- 1) для преобразователя модификации:
 - MACX MCR-EX-IDS повторить операции по пунктам 1)-3) п. 8.2.1;
 - MACX MCR-EX-TC повторить операции по пунктам 1)-5) п. 8.2.2;
 - MACX MCR-EX-RTD повторить операции по пунктам 1)-5) п. 8.2.3;
- 2) подать на вход преобразователя требуемое значение силы постоянного тока, напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току или силы переменного тока (в зависимости от модификации поверяемого преобразователя);
- 3) считать с мультиметра измеренное значение силы постоянного тока.

13. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

13.1 Рассчитать значение приведенной (к верхнему пределу диапазона выходного сигнала) основной погрешности преобразований по формуле:

$$\gamma = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}}{X_{\text{в}}} \cdot 100 \quad (1)$$

где $X_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное мультиметром, мА;
 $X_{\text{в}}$ – верхний предел диапазона выходного сигнала силы постоянного тока, мА;
 $X_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, мА, рассчитанное по формуле:

$$X_{\text{эт}} = X_{\text{н}} + (X_{\text{в}} - X_{\text{н}}) \cdot \frac{Y_{\text{эт}} - Y_{\text{н}}}{Y_{\text{в}} - Y_{\text{н}}} \quad (2)$$

где $Y_{\text{эт}}$ – воспроизведенное калибратором значение входного сигнала силы постоянного тока (напряжения постоянного тока, силы переменного тока), мА (мВ, А), или измеренное вольтметром значение входного электрического сопротивления постоянному току, установленное на магазине сопротивления, Ом;

$X_{\text{в}}, X_{\text{н}}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона выходного сигнала силы постоянного тока, мА;

$Y_{\text{в}}, Y_{\text{н}}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона входного сигнала силы постоянного тока (напряжения постоянного тока, электрического сопротивления постоянному току или силы переменного тока), мА (мВ, Ом, А).

Преобразователь подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения приведенной (к верхнему пределу диапазона выходного сигнала) основной погрешности преобразований 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.

14. Оформление результатов поверки

14.1 Сведения о результатах поверки преобразователей передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания

и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ

14.1.1 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

14.1.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку в случае отрицательных результатов поверки, выдает извещения о непригодности к применению средства измерений.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



К.С. Ермаков

Приложение А

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Модификации	Назначение	Диапазоны входного сигнала	Диапазоны выходного сигнала	Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу диапазона выходного сигнала) дополнительной погрешности преобразований от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждый 1 °С, %	Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу диапазона выходного сигнала) основной погрешности преобразований, %	Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу диапазона выходного сигнала) дополнительной погрешности преобразований от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждый 1 °С, %
MACX MCR-EX-IDS-I(-SP)	Преобразование с развязкой входного сигнала	от 0 до 20 мА от 0,2 до 20 мА от 4 до 20 мА от 0 до 24 мА	от 0 до 20 мА от 0,2 до 20 мА от 4 до 20 мА от 0 до 24 мА	±0,01	±0,05	±0,01
MACX MCR-EX-IDS-2I-2I(-SP)	Преобразование с развязкой входного сигнала	от 0,2 до 20 мА от 4 до 20 мА от 0 до 24 мА	от 0,2 до 20 мА от 4 до 20 мА от 0 до 24 мА	±0,01	±0,05	±0,01
MACX MCR-EX-TC-I(-C)	Преобразование сигналов преобразователей термoeлектрических ¹⁾	-200 до +2500 °С	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА	±0,01	±0,1	±0,01
MACX MCR-EX-RTD-I(-SP)(-C)	Преобразование сигналов термопреобразователей сопротивления ²⁾	-200 до +850 °С	от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА	±0,01	±0,1	±0,01
¹⁾ Типы преобразователей термoeлектрических и их характеристики приведены в таблице 3.						
²⁾ Типы термопреобразователей сопротивления, подключаемых по двух-, трех- или четырехпроводной схеме, и их характеристики приведены в таблице 4.						

Таблица А.2 – Характеристики преобразователей термоэлектрических

Тип преобразователя термоэлектрического	Диапазон измерений температуры, °C
B	от +500 до +1820
E	от -200 до +1000
J	от -200 до +1200
K	от -200 до +1372
N	от -200 до +1300
R	от -50 до +1768
S	от -50 до +1768
T	от -200 до +400
L	от -200 до +900
U	от -200 до +600
C	от 0 до +2315
D	от 0 до +2315
A-1	от 0 до +2500
A-2	от 0 до +1800
A-3	от 0 до +1800
M	от -200 до +100
Lr	от -200 до +100

Таблица А.3 – Характеристики термопреобразователей сопротивления

Тип термопреобразователя сопротивления	Диапазон измерений температуры, °C
Pt50	от -200 до +850
Pt100	от -200 до +850
Pt200	от -200 до +850
Pt500	от -200 до +850
Pt100S	от -200 до +600
Pt500S	от -200 до +600
Ni100	от -60 до +250
Ni500	от -60 до +250
Cu50	от -50 до +200
Cu53	от -50 до +180