

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по управлению качеством
ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Сатановский
«07» июня 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
ТПУ 0304**

МП 207.1-009-2017

**Методика поверки
с изменением № 2**

г. Москва, г. Зеленоград
2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	4
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5 Метрологические и технические требования	5
6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	14
7 Внешний осмотр средства измерений	14
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	14
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	16
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	17
11 Оформление результатов поверки	23
Приложение А. Схемы электрические подключений	24

Содержание (Измененная редакция, Изм. № 2)

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на термопреобразователи универсальные ТПУ 0304 (далее – термопреобразователи), изготавливаемые ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва, г. Зеленоград находящиеся в эксплуатации и вновь выпускаемые, и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверок.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в описании типа.

1.3 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость термопреобразователей к государственным первичным эталонам:

- единицы температуры: ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии № 3253 от 23 декабря 2022 года.

- единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии № 2091 от 1 октября 2018 года;

- единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии № 1520 от 28 июля 2023 года;

- единицы электрического сопротивления постоянного и переменного тока ГЭТ 14-2014 согласно государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года.

1.4 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод прямых измерений и метод непосредственного сличения.

1.4 (Исключен. Изм.1)

Раздел 1 (Измененная редакция, Изм. № 2)

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первой проверке	периодической проверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8.1	Да	Да
	8.2	Да	Да
3 Проверка электрической прочности изоляции	8.3	Да	Нет
4 Проверка электрического сопротивления изоляции	8.4	Да	Нет
5 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
5 Определение метрологических характеристик	10	Да	Да
7 Оформление результатов поверки	11	Да	Да

2.2 Допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин и (или) для меньшего числа НСХ, и (или) для меньшего числа измерительных каналов. При этом делают соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Раздел 2 (Измененная редакция, Изм. № 2)

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от плюс 15 до плюс 25;
 - относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
 - атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) от 84,0 до 106,7
(от 630 до 800);
 - напряжение питания, В, для:
 - ТПУ 0304/M1, ТПУ 0304/M1-Н, ТПУ 0304/M1-Р, ТПУ 0304/M2-Н, ТПУ 0304/M3-Н, ТПУ 0304/M3-Р 24,00±0,48 или 36,00 ± 0,72;
 - ТПУ 0304/M3-МВ 24,00± 0,48.

3.2 Средства поверки должны быть защищены от вибраций и ударов, от внешних магнитных и электрических полей.

Раздел 4 (Измененная редакция, Изм. № 2)

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Проверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

Раздел 4 (Измененная редакция, Изм. № 2)

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы, сведения о результатах поверки или аттестации должны быть включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Операция поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
8.2 Опробование, 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон температуры 2-го или 3-го разряда по приказу Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253	<p>Калибратор температуры эталонный «ЭЛЕМЕР-КТ-150К/М1» «ЭЛЕМЕР-КТ-150К/М1И», (регистрационный № 80030-20) (диапазон измерений, °C: от -45 до +150, нестабильность, °C: $\pm 0,01$, пределы допускаемой основной погрешности, °C: $\pm(0,02+0,0002 \cdot t)$, $\pm(0,03+0,0003 \cdot t)$); диапазон измерений тока, мА: от 0 до 25, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительных каналов, мкА: $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$</p> <p>Калибратор температуры эталонный «ЭЛЕМЕР-КТ-500К/М1» «ЭЛЕМЕР-КТ-500К/М1И» (регистрационный № 80030-20) (диапазон измерений, °C: от +28 до +500, нестабильность, °C: $\pm(0,01 + 0,0001 \cdot t)$, пределы допускаемой основной погрешности, °C: $\pm(0,02+0,0002 \cdot t)$, $\pm(0,03+0,0003 \cdot t)$); диапазон измерений тока, мА: от 0 до 25, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерительных каналов, мкА: $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$</p> <p>Калибратор температуры эталонный «ЭЛЕМЕР-КТ-650К/М1» (регистрационный № 80030-20) (диапазон измерений, °C: от +28 до +650, нестабильность, °C: $\pm(0,01 + 0,0001 \cdot t)$, пределы допускаемой основной погрешности, °C: $\pm(0,03+0,0003 \cdot t)$)</p>

Операция поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2 Опробование, 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Калибраторы температуры, горизонтальные (вертикальные) трубчатые печи, термостаты температуры, криостаты с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ</p>	<p>Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР- КТ-900К» «ЭЛЕМЕР- КТ-1100К» (регистрационный № 75073-19) (диапазон измерений °C: «ЭЛЕМЕР- КТ-900К» от +100 до +900, «ЭЛЕМЕР- КТ-1100К» от +100 до +1100, нестабильность, °C: ±0,1, пределы допускаемой основной погрешности, °C: в диапазоне от + 100 до +650 °C включ. ±(0,2+0,0006·t), В диапазоне св. +650 °C ±0,0009·t; Термостат с флюидизированной средой FB-08 (диапазон воспроизводимых температур, °C: от +50 до +700, нестабильность поддержания температуры в термостате, °C: ±0,02 за 8 мин, неравномерность температуры в рабочем объеме термостата, °C: ±0,01 (по вертикальной оси рабочего объема), ±0,02 (по горизонтальной оси рабочего объема), глубина ванны 385 мм) Термостат азотный ТА-200 (воспроизводимая температура, °C: -196, нестабильность поддержания температуры в термостате, °C: ±0,01 за 10 мин, перепад температур по вертикальной оси рабочего объема каждого канала, °C: ±0,01, перепад температур между каналами, °C: ±0,01, глубина канала 115 мм) Термостат жидкостный Т-2. (диапазон измерений, °C: от +35 до +230, пределы допускаемой основной погрешности, °C: ±0,02) Криостат КТ-4 (термостат сухоблочный) Диапазон воспроизводимых температур, °C: от -180 до 0, стабильность поддержания температуры, °C: ±0,01, разрешающая способность регулятора, °C: 0,01, рабочая зона от дна отверстий, мм: от 0 до 60, неоднородность температурного поля по высоте рабочей зоны, °C: ±0,04, разность воспроизводимых температур в отверстиях одного диаметра, °C: ±0,02 Вертикальная трубчатая печь (максимальная рабочая температура не менее, °C: 1800, градиент температуры по оси (в ее средней части) при температуре 1400 °C не более, °C/см: 1)</p>

Операция поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		<p>Печь МТП-2М ТУ 50-239-84 (диапазон воспроизведения температур, °C: от +300 до +1300, градиент температуры в рабочей зоне, °C/см: не более 0,8)</p> <p>Термостаты переливные прецизионные ТПП-1.0, ТПП-1.2 (регистрационный № 33744-07) (диапазоны воспроизведения температур, °C: от +35 до +300, от -60 до +100, нестабильность поддержания температуры для диапазона рабочих температур, °C: от -60 до +35 $\pm 0,01$ °C, от +35 до +80 $\pm (0,0025+0,00005 \cdot t)$ °C, от +80 до +300 $\pm (0,005+0,00005 \cdot t)$ °C)</p>
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Термометры эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 1 или 2-го разрядов по приказу Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253	<p>Термометры эталонные ПТС-10М. ТУ 50.741-89 (диапазон измерений, °C: от 0 до +660, пределы допускаемой основной погрешности, °C: $\pm 0,01$; $\pm 0,02$)</p>
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Термометры сопротивления (платиновые) эталонные соответствующие требованиям к эталонам 1- 3-го разрядов по приказу Росстандарта от 23.12. 2022 г. № 3253	<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1. (регистрационный № 32777-06) (диапазон измерений, °C: от -50 до +450, доверительная погрешность при доверительной вероятности 0,95 для диапазона измерений, °C: от -50 до 0 и от +30 до +450 $\pm 0,02$ °C, от 0 до +30 $\pm 0,01$ °C)</p> <p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-2 (регистрационный № 32777-06) (диапазон измерений, °C: от - 200 до +230, доверительная погрешность при доверительной вероятности 0,95 для диапазона измерений, °C: от - 200 до -50 $\pm 0,05$ °C, от -50 до 0 и от +30 до +150 $\pm 0,03$ °C, от 0 до +30 $\pm 0,02$ °C, от +150 до +230 $\pm 0,04$ °C)</p> <p>Термометр сопротивления платиновый эталонный вибропрочный ПТСВ-3. (регистрационный № 32777-06) (диапазон измерений, °C: от -50 до +500, доверительная погрешность при доверительной вероятности 0,95 для диапазона измерений, °C: от -50 до 0 $\pm 0,03$ °C, от 0 до +30 $\pm 0,02$ °C, от +30 до +150 $\pm 0,03$ °C, от +150 до +450 $\pm 0,04$ °C, от +450 до +500 $\pm 0,07$ °C)</p>

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10 Определение метрологических характеристик средства измерений		<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-2К-3 (регистрационный № 32777-06) (диапазон измерений, °C: от -50 до +150, доверительная погрешность при доверительной вероятности 0,95 для диапазона измерений, °C: от -50 до 0 и от 0 до +50 $\pm 0,02$ °C, от +50 до +150 $\pm 0,03$ °C)</p>
		<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-8-3 (регистрационные № 32777-06) (диапазон измерений (измеряемая температура), °C: доверительная погрешность при доверительной вероятности 0,95 для диапазона измерений (измеряемой температуры), °C: при 0 $\pm 0,02$, от 0 до 50 $\pm 0,03$, от 50 до 150 и от 150 до 230 $\pm 0,04$, от 230 до 420 и от 420 до 450 $\pm 0,06$, от 450 до 660 $\pm 0,15$)</p>
	<p>Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 1-2-го разрядов по приказу Росстандарта от 23.12.2022г. № 3253</p>	<p>Преобразователи термоэлектрические платинородий- платиновые эталонные ППО (регистрационные № 83756-21) (диапазон измерений, °C: от +300 до +1200, пределы допускаемой основной погрешности, °C: $\pm 0,6$)</p> <p>Преобразователи термоэлектрические платинородий- платинородиевые эталонные ПРО (регистрационные № 41201-09) (диапазон измерений, °C: от +600 до +1800, разряд 1, 2, 3 по ГОСТ 8.558-2009)</p>

Операция поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091.</p> <p>Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.</p> <p>Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456</p>	<p>Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» (регистрационные № 56318-14) (диапазон воспроизведения температуры ТС, °С: от – 200 до +200, пределы допускаемой основной погрешности, °С: ±0,03, диапазоны воспроизведения температуры ТС, °С: от +200 до +600, от -50 до +200, пределы допускаемой основной погрешности, °С: ±0,05, диапазон воспроизведения температуры ТП, °С: от -210 до +1300, пределы допускаемой основной погрешности, °С: ±0,3; диапазон измерений тока, мА: от 0 до 25, пределы допускаемой основной погрешности, мкА: $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$</p>
8.2 Опробование, 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Эталон единицы силы постоянного электрического тока 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091.</p> <p>Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.</p> <p>Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456</p>	<p>Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000» (регистрационный № 85582-22) (диапазон измерений силы постоянного тока: от минус 25 до 25 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,2)$ мкА.</p> <p>Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 100 до 100 мВ, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 3)$ мкВ.</p> <p>Диапазон воспроизведения сопротивления от 0 до 500 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 0,009$ Ом</p> <p>Диапазон воспроизведения электрических сигналов в температурном эквиваленте ТП ТХА(К): от минус 210 до 300 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (в температурном эквиваленте): $\pm 0,3$ °С</p>

Операция поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091</p> <p>Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.</p> <p>Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456</p>	<p>Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ (регистрационный № 19973-06) (диапазон измерений: от 0 до 30 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm(1\cdot10^{-4}\cdot I+1)$ мА. Диапазон измерений: от 0 до 300 мВ, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm(5\cdot10^{-5}\cdot U+2)$ мВ. Диапазон измерений: от 0 до 30 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm6\cdot10^{-4}$ Ом. Диапазон измерений: от 0 до 300 Ом, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm(1\cdot10^{-5}\cdot R+1\cdot10^{-3})$ Ом)</p>
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
8.3 Проверка электрической прочности изоляции	Установка для проверки электрической безопасности	Установка для проверки электрической безопасности GPI-745A, регистрационный № 46633-11 (значения испытательного напряжения: 500, 900, 1500 В; частота испытательного напряжения: от 45 до 65 Гц) Предел допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(0,01U_{изм} + 5)$ В
8.4 Проверка электрического сопротивления изоляции	Мегаомметр	Мегаомметр Ф4102/1-1М, регистрационный № 9225-88 (диапазон измерений: от 0 до 10000 Мом; Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\pm1,5\%$)
3 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с пределами допускаемой основной приведенной погрешности не более $\pm0,5\%$	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 030, регистрационный № 63044-16 (диапазон измерений: от 0 до 110 кПа, пределы допускаемой основной приведенной погрешности: $\pm0,5\%$)

Операция поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
3 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 3 \%$. Средства измерений температуры в диапазоне измерений от -15°C до 25°C с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 1^{\circ}\text{C}$	Преобразователь температуры и влажности измерительный РОСА-10, регистрационный № 27728-09 (диапазон измерений относительной влажности: от 0 до 100 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 3 \%$, диапазон измерений температуры: от минус 40 до плюс 110°C , пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры: $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$)
8.2 Опробование 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Источники питания постоянного тока	Источник питания постоянного тока БП 96/24-1, БП 96/36-1 (номинальное выходное напряжение 24 В, допускаемое отклонение напряжения от номинального $\pm 2 \%$)
9 Проверка программного обеспечения средства измерений, 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Персональный компьютер	Объем оперативной памяти не менее 1 Гбайт; объем жесткого диска не менее 10 Гбайт; дисковод для чтения CD-ROM; операционная система Windows с установленным программным обеспечением
П р и м е ч а н и я		
1. Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; испытательное оборудование - аттестовано.		
2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.		
3 Предприятием-изготовителем «ЭЛЕМЕР-КТ-150К/М1», «ЭЛЕМЕР-КТ-150К/М1И», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К/М1», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К/М1И», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К/М1», КТ-1100, ПТСВ-1, ПТСВ-2, ПТСВ-3, ПТСВ-2К-3, ПТСВ-8-3, «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012», БП 906/24-1, АСПТ, АИР-20/М2-Н, РОСА-10 является ООО НПП «ЭЛЕМЕР».		

Раздел 5 (Измененная редакция, Изм. № 2)

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталоны и средства испытаний;
- требования безопасности, приведенные в руководствах по эксплуатации термопреобразователей.

Раздел 6 (Измененная редакция, Изм. № 2)

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяют комплектность, устанавливают правильность маркировки, отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу термопреобразователей, безопасность и на качество поверки.

7.2 У каждого термопреобразователя проверяют наличие паспорта с отметкой ОТК.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если отсутствуют механические повреждения, сорванные нитки резьбы, коррозия, маркировка и комплектность соответствуют требованиям эксплуатационной документации, в наличии имеется паспорт с отметкой ОТК.

Раздел 7 (Измененная редакция, Изм. № 2)

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают эксплуатационные документы на поверяемые термопреобразователи, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;
- выдерживают термопреобразователи в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 30 мин;
- подготавливают к работе средства поверки и выдерживают во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование ТПУ 0304/M1, ТПУ 0304/M1-Н, ТПУ 0304/M1-Р, ТПУ 0304/M2-Н, ТПУ 0304/M3-Н, ТПУ 0304/M3-Р, ТПУ 0304/M3-МВ с заводскими установками

8.2.1.1 Подключают ТПУ 0304/M1, ТПУ 0304/M1-Н, ТПУ 0304/M1-Р, ТПУ 0304/M2-Н, ТПУ 0304/M3-Н, ТПУ 0304/M3-Р к калибратору-измерителю унифицированных сигналов прецизионному «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» (далее – ИКСУ) по схемам, приведенным на

рисунках, А.1, А.4, А.8, А.11; ТПУ 0304/М3-МВ – к источнику питания и ПК в соответствии с рисунком А.7 Приложения А.

8.2.1.2 Помещают термопреобразователь в льдо-водянную смесь и выдерживают при температуре 0 °C не менее 30 мин или помещают термопреобразователь в калибратор или термостат при температуре, соответствующей T_H , если она отличается от 0 °C, и выдерживают в течение не менее 30 мин.

8.2.1.3 С помощью ИКСУ измеряют выходной ток $I_{вых.i}$ ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н, ТПУ 0304/М3-МВ

8.2.1.4 Основную приведенную погрешность γ рассчитывают по формулам:

– для ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н

$$\gamma = \frac{(I_{вых.i} - I_{расч.})}{(I_B - I_H)} \cdot 100 \%, \quad (8.1)$$

– для ТПУ 0304/М3-МВ

$$\gamma = \frac{(T_i - T_{опр})}{(T_B - T_H)} \cdot 100 \%, \quad (8.2)$$

где $I_{вых.i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, мА;

$I_{расч.}$ – расчетное значение унифицированного выходного сигнала, определяемое по формуле (8.3) и соответствующее температуре 0 °C, мА;

I_H, I_B – нижний и верхний пределы унифицированного выходного сигнала, мА;

T_i – значение измеряемой температуры, °C;

$T_{опр}$ – температура льдо-водянной смеси или температура, установленная в калибраторе или термостате, °C;

T_H, T_B – нижний и верхний пределы измерений температуры, °C.

$$I_{расч.} = \frac{(T_i - T_H)}{(T_B - T_H)} \times (I_B - I_H) + I_H. \quad (8.3)$$

Рассчитанные по формулам (8.1), (8.2) значения основной приведенной погрешности γ не должны превышать предела допускаемой основной приведенной погрешности.

8.3 Проверка электрической прочности изоляции

8.3.1 Проверку электрической прочности изоляции производят на установке GPI-745A, позволяющей поднимать напряжение плавно или равномерно ступенями, не превышающими 10 % испытательного напряжения.

Испытательное напряжение следует повышать плавно, начиная с нуля или со значения, не превышающего номинального напряжения цепи до испытательного в течении 5 – 10 с, но не более 30 с. Погрешность измерения испытательного напряжения не должны превышать ±5 %.

8.3.2 Испытательное напряжение прикладывают между:

- контактами цепи питания и корпусом (для ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304Ex/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н – 500 В);
- контактами цепи питания и корпусом (для ТПУ 0304/М2-Н – 130 В), контактами цепи питания, интерфейсных цепей и корпусом (для ТПУ 0304/М3-МВ – 130 В);

Термопреобразователи выдерживают под действием испытательного в течение 1 мин. Затем напряжение плавно снижают до нуля или значения, не превышающего номинальное, после чего испытательную установку отключают.

Изоляция цепей термопреобразователей должна выдержать полное испытательное напряжение без пробоев и поверхностного перекрытия.

8.4 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.4.1 Проверку электрического сопротивления изоляции цепей термопреобразователей производят мегаомметром Ф4102/1-1М (GPI-745A) или другим прибором для измерения электрического сопротивления с рабочим напряжением не более 100 В и погрешностью не более 20 %.

Отсчет показаний производят по истечении 1 мин после приложения напряжения между контактами для подсоединения напряжения и корпусом.

Сопротивление изоляции не должно быть менее 20 МОм.

Раздел 8 (Введен дополнительно, Изм. № 2)

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) термопреобразователей проводят в следующей последовательности:

- 1) Подключают термопреобразователь к персональному компьютеру.
- 2) Включают персональный компьютер и загружают программное обеспечение.
- 3) Устанавливают связь с термопреобразователем.
- 4) В соответствующем окне программы фиксируют номер версии и идентификационное наименование ПО.

9.2 Результаты считают положительными, если наименование и номер версии ПО совпадают с данными, представленными в описании типа.

Раздел 9 (Введен дополнительно, Изм. № 2)

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение основной приведенной погрешности

10.1.1 Основную приведенную погрешность термопреобразователей определяют в точках, соответствующих 0 (5), 25, 50, 75 и 85 % (или 95 %) диапазона измерений.

10.1.2 Помещают первичный преобразователь термопреобразователя в калибратор, термостат или печь на глубину, соответствующую длине монтажной части или на глубину не менее 250 мм для КТ-1100 и не менее 160 мм для «ЭЛЕМЕР-КТ-150К/М1»

(«ЭЛЕМЕР-КТ-150К/М1И», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К/М1», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К/М1И», («ЭЛЕМЕР-КТ-650К/М1»), для термостата – на глубину монтажной части термопреобразователя или, если длина монтажной части более 250 мм – на глубину не менее 250 мм.

10.1.3 Устанавливают в калибраторе, термостате или печи температуру, указанную в п. 10.1.1.

После выхода калибратора, термостата или печи на заданную температуру, выдерживают термопреобразователи, при данной температуре в течение не менее 30 мин.

Температуру в термостате или печи измеряют с помощью эталонного термометра сопротивления или преобразователя термоэлектрического.

10.1.4 Выходной ток $I_{вых.i}$ ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н измеряют с помощью ИКСУ или АСПТ.

10.1.5 Определяют измеряемую температуру T_i ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н по формуле

$$T_i = \frac{(I_{вых.i} - I_H)}{(I_B - I_H)} \cdot (T_B - T_H) + T_H, \quad (10.4)$$

где $I_{вых.i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемой температуре T_i , мА;

I_H, I_B – нижний и верхний пределы унифицированного выходного сигнала, мА;
 T_H, T_B – нижний и верхний пределы измерений температуры, °С.

Значение температуры, измеренное ТПУ 0304/М3-МВ, отображается на мониторе ПК.

10.1.6 Основную приведенную погрешность γ вычисляют по формуле

$$\gamma = \frac{T_i - T_3}{T_B - T_H} \cdot 100 \%, \quad (10.5)$$

где T_i – значение температуры, рассчитанное по формуле (10.4) и/или отображенное на индикаторе ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н и/или на мониторе ПК при поверке ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ-0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н по HART-сигналу или отображенное на мониторе ПК при поверке ТПУ 0304/М3-МВ, °С;

T_3 – температура в калибраторе, термостате или печи, °С.

Результаты считаются положительными, если полученные значения основной приведенной погрешности измерений не превышают соответствующих пределов допускаемой основной приведенной погрешности.

Примечание – Допускается основную приведенную погрешность определять в двух точках, соответствующих 0 (5) и 95 % диапазона измерений для ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н с первичными преобразователями типа ТС и в трех точках, соответствующих 0 (5), 50, 95 % диапазона измерений температуры для ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н. ТПУ 0304/М3-Н с первичными преобразователями типа ТП, при предварительной проверке нелинейности ИП 0304/М1, ИП 0304/М1-Н, ИП 0304/М2-Н, ИП 0304/М3-Н-Д44 с помощью ИКСУ с допускаемым отклонением не более 0,5 от основной приведенной погрешности ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-Н.

Нелинейность ИП 0304/М1, ИП 0304/М1-Н, ИП 0304/М2-Н проверяют при определении основной приведенной погрешности по методике п. 10.1.7, ИП 0304/М3-Н -Д44 – п. 10.1.8.

10.1.7 Проверка нелинейности ИП 0304/М1, ИП 0304/М1-Н, ИП 0304/М2-Н

10.1.7.1 Для проверки нелинейности ИП 0304/М1, ИП 0304/М1-Н, ИП 0304/М2-Н при работе с входными сигналами от ТС выполняют следующие операции:

1) ИКСУ подготавливают к работе в режиме эмуляции температур, соответствующих входным сигналам от ТС, например, с НСХ Pt100, и подключают его ко входам ИП 0304/М1, по трехпроводной схеме, приведенной на рисунке А.2, ко входам ИП 0304/М2-Н, ИП 0304/М1-Н, по трехпроводной схемам, приведенным на рисунках А.5. А.9 Приложения А.

2) Задают с помощью ИКСУ эмулируемое (действительное T_δ) значение температуры, равное 5 % диапазона измерений, и производят измерение выходного токового сигнала термопреобразователя при помощи ИКСУ.

3) Определяют температуру T_i в поверяемой точке по формуле (10.4).

4) Рассчитывают значение абсолютной погрешности ΔT как разность измеренного T_i и действительного T_δ значений температуры в поверяемой точке по формуле:

$$\Delta T = T_i - T_\delta , \quad (10.6)$$

5) Рассчитывают значение основной приведенной погрешности по формуле (10.5).

6) Повторяют операции по пп. 10.1.7.1 1),...10.1.7.1 5), поочередно устанавливая с помощью ИКСУ эмулируемые (действительные) значения температур, равные 25, 50, 75, 95 % от диапазона измерений и производят соответствующие измерения выходного токового сигнала.

10.1.7.2 Для проверки нелинейности ИП 0304/М1, ИП 0304/М1-Н, ИП 0304/М2-Н при работе с входными сигналами от ТП выполняют следующие операции:

1) Подключают к ИП 0304/М1 компенсатор холодного спая и ПК с помощью интерфейсного кабеля с модулем интерфейсным с гальванической развязкой МИГР-05.

2) Подключают к ИП 0304/М1 ИКСУ в режиме эмуляции сигналов ТП, например, типа ТХА(К) соответствующим кабелем по схеме, приведенной на рисунке А.3; к ИП 0304/М2-Н, ИП 0304/М1-Н – ПК с помощью HART-модема, ИКСУ в режиме эмуляции сигналов ТП, например, типа ТХА(К) соответствующим кабелем по схемам, приведенным на рисунках А.6, А.10 Приложения А.

Выдерживают термопреобразователи в таком состоянии в течение 15 мин.

3) Устанавливают с помощью ИКСУ значение эмулируемой (действительной) температуры, равное 0 °С.

4) Производят калибровку сопротивления компенсатора холодного спая, для чего в окне программы «Настройка приборов ИПМ 0399/М0, ИП 0304»:

- нажимают кнопку «Калибровать RC0»;
- подтверждают начало калибровки и запись параметров в прибор, после появления сообщения «Начать измерение» выдерживают паузу 180 с и нажимают кнопку «Да» для начала калибровки;
- в процессе калибровки усредненное значение разности температуры ТП и компенсатора индицируется в окне «Измеряемый параметр»;
- по окончании калибровки записывают новые коэффициенты в прибор нажатием кнопки «Записать калибровки в прибор».

В окне программы «HARTconfig» нажимают кнопку «Калибровка КХС».

5) Поочередно устанавливают с помощью ИКСУ значения эмулируемой температуры, равные 0 (5), 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений.

6) Производят измерение выходного токового сигнала ИП 0304/М1, ИП 0304/М1-Н, ИП 0304/М2-Н в каждой из проверяемых точек и по формуле (10.4) рассчитывают соответствующее значение измеряемой температуры.

7) Определяют значение абсолютной погрешности измеряемой температуры в каждой из проверяемых точек по формуле (10.6).

8) Рассчитывают значение основной приведенной погрешности в каждой из проверяемых точек по формуле (10.5).

Нелинейность ИП 0304/М1, ИП 0304/М1-Н, ИП 0304/М2-Н определяют по значению наибольшего отклонения рассчитанных значений основной приведенной погрешности измеряемой температуры от линейной зависимости, при которой минимизируется значение этого отклонения в проверяемом диапазоне температуры.

Значение нелинейности не должно превышать 0,5 предела соответствующих значений допускаемой основной приведенной погрешности термопреобразователей.

10.1.8 Проверка нелинейности ИП 0304/М3-Н-Д44

10.1.8.1 Проверку нелинейности ИП 0304/М3-Н-Д44 в конфигурации с ТС производят в следующей последовательности.

10.1.8.1.1 При использовании компьютера подключают его к ИП с помощью HART-модема, включают питание и запускают программу «HARTmanager» или подключают другое коммуникационное устройство с загруженным DD-описанием.

10.1.8.1.2 Подключают к ИП ИКСУ-2012 в соответствии с рисунком А.11 Приложения А.

10.1.8.1.3 Устанавливают следующие параметры конфигурации:

Тип сенсора	«Сопротивление (0...400 Ом)»
Соедин. сенс.	«4 провода»
Подкл. сенсора	«Одиночное»
Назначение первичной переменной	«T1»
Нижний предел диапазона измерений и преобразования (PV LRV) первичной переменной	0
Верхний предел диапазона измерений и преобразования (PV URV) первичной переменной	400
Время демпфирования первичной переменной	2 с

10.1.8.1.4 С помощью ИКСУ-2012 измеряют выходной ток I_u ИП.

Определяют измеряемую величину A_u по формуле

$$A_u = \frac{(I_u - I_H)}{(I_B - I_H)} \cdot (A_B - A_H) + A_H, \quad (10.7)$$

где I_u – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеренной величине A_u ;

I_H, I_B – нижний и верхний пределы унифицированного выходного сигнала, мА;
 A_H, A_B – нижний и верхний пределы измерений и преобразования первичной переменной.

10.1.8.1.5 Рассчитывают значение абсолютной погрешности измерения ΔA_R по формуле:

$$\Delta A_R = A_u - A_\delta, \quad (10.8)$$

где: A_u – показания проверяемого ИП, вычисленное по формуле (10.7);

A_δ – эмулируемое (действительное) значение, установленное с помощью меры электрического сопротивления.

10.1.8.1.6 Нелинейность ИП 0304/М3-Н-Д44 определяют по значению наибольшего отклонения рассчитанных значений основной абсолютной погрешности измеряемой величины от линейной зависимости, при которой минимизируется значение этого отклонения в проверяемом диапазоне измеряемой величины.

Значение нелинейности не должно превышать 0,5 предела соответствующих значений допускаемой основной приведенной погрешности термопреобразователей.

10.1.8.2 Проверка нелинейности ИП 0304/M3-H-D44 при работе с входными сигналами от ТП производят в следующей последовательности.

10.1.8.2.1 Устанавливают следующие параметры конфигурации:

Тип сенсора	«ТП тип К (ТХА)»
Подкл. сенсора	«Одиночное»
Тип КХС	«Фиксированный»
Темп. КХС	0 °C
Назначение первичной переменной	«T1»
Нижний предел диапазона измерений и преобразования (PV LRV) первичной переменной	-200
Верхний предел диапазона измерений и преобразования (PV URV) первичной переменной	1372
Время демпфирования первичной переменной	2 с

10.1.8.2.2 Подключают ко входу поверяемого ИП ИКСУ-2012 кабелем КИ2012I2 в соответствии с рисунком А.12 Приложения А.

Выдерживают ИП в таком состоянии в течение 15 мин.

10.1.8.2.3 Устанавливают с помощью ИКСУ-2012 значение напряжения 0 мВ, равное ТЭДС ТП для эмулируемой (действительной A_δ) температуры 0 °C.

Измеряют значение напряжения с помощью ИКСУ-2012 и рассчитывают действительное значение температуры ТП A_δ по обратному полиному ГОСТ Р 8.585-2001, вычисляющему температуру ТП при температуре свободного конца 0 °C по значению ТЭДС.

10.1.8.2.4 Выполняют п. 10.1.8.1.4, вычисляя измеренное значение A_u по значению выходного тока.

10.1.8.2.5 Рассчитывают значение абсолютной погрешности измеренной величины ΔA , по формуле

$$\Delta A_t = A_u - A_\delta. \quad (10.9)$$

где A_δ – действительное значение эмулируемой величины;

A_u – показания поверяемого ИП, вычисленное по формуле (10.7);

10.1.8.2.6 Повторяют п.п. 10.1.8.2.3 - 10.1.8.2.5, поочередно устанавливая с помощью ИКСУ значения напряжения, равное ТЭДС ТП для эмулируемой (действительной A_δ) температуры 0 (5), 25, 50, 75 и 95 % от диапазона измерений.

10.1.8.2.7 Нелинейность ИП 0304/M3-H-D44 определяют по значению наибольшего отклонения рассчитанных значений основной абсолютной погрешности измеряемой величины от линейной зависимости, при которой минимизируется значение этого отклонения в проверяемом диапазоне измеряемой величины.

Значение нелинейности не должно превышать 0,5 предела соответствующих значений допускаемой основной приведенной погрешности термопреобразователей.

10.2 Проверка ТПУ 0304/М1-Н (с индексом заказа С), ТПУ 0304/М1-Р осуществляется:

- по ГОСТ 8.461-2009 для первичного преобразователя ТС;
- по ГОСТ 8.338-2002 для первичного преобразователя ТП;
- по документу «Преобразователи измерительные ИП. Методика поверки НКГЖ.405591.001МП» для преобразователя измерительного ИП 0304/М1-Н.

10.3 Проверка ТПУ 0304/М3-Н (с индексом заказа С), ТПУ 0304/М3-Р осуществляется:

- по ГОСТ 8.461-2009 для первичного преобразователя ТС;
- по ГОСТ 8.338-2002 для первичного преобразователя ТП;
- по документу «Преобразователи измерительные ИП. Методика поверки НКГЖ.411531.008МП» для преобразователя измерительного ИП 0304/М3-Н.

10.4 Результаты поверки ТПУ 0304/М1-Н (с индексом заказа С), ТПУ 0304/М1-Р, ТПУ 0304/М3-Н (с индексом заказа С), ТПУ 0304/М3-Р считают положительными, если:

- полученные значения отклонения сопротивления первичного преобразователя ТС от НСХ не превышают соответствующих пределов допускаемого отклонения первичного преобразователя ТС от НСХ;
- полученные значения отклонения ТЭДС первичного преобразователя ТП от НСХ не превышают соответствующих пределов допускаемого отклонения первичного преобразователя ТП от НСХ;
- полученные значения основной абсолютной погрешности ИП не превышают соответствующих значений допускаемой основной абсолютной погрешности ИП.

Раздел 10 (Измененная редакция, Изм. № 2)

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются пригодными и допускаются к применению.

Результаты поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений в установленной форме.

11.2 При отрицательных результатах поверки термопреобразователи к дальнейшему применению не допускают, сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений выдают извещение о непригодности в установленной форме.

Раздел 11 (Введен дополнительно, Изм. № 1)

Разработали:

Начальник ОС и ТД ООО НПП «ЭЛЕМЕР»



Л.И. Толбина

Начальник отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схемы электрические подключений

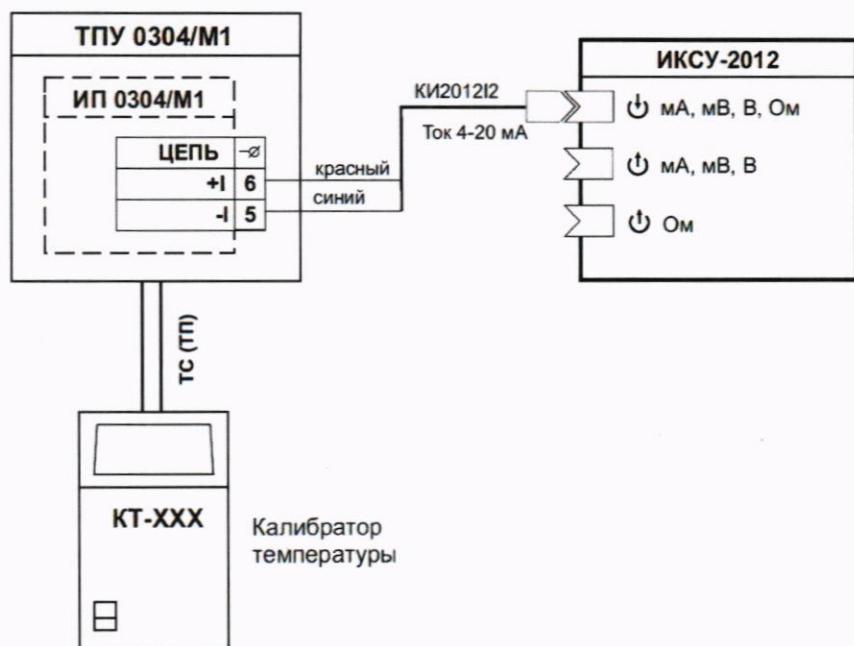


Рисунок А.1 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М1
для поверки в режиме ТС, ТП по выходному току

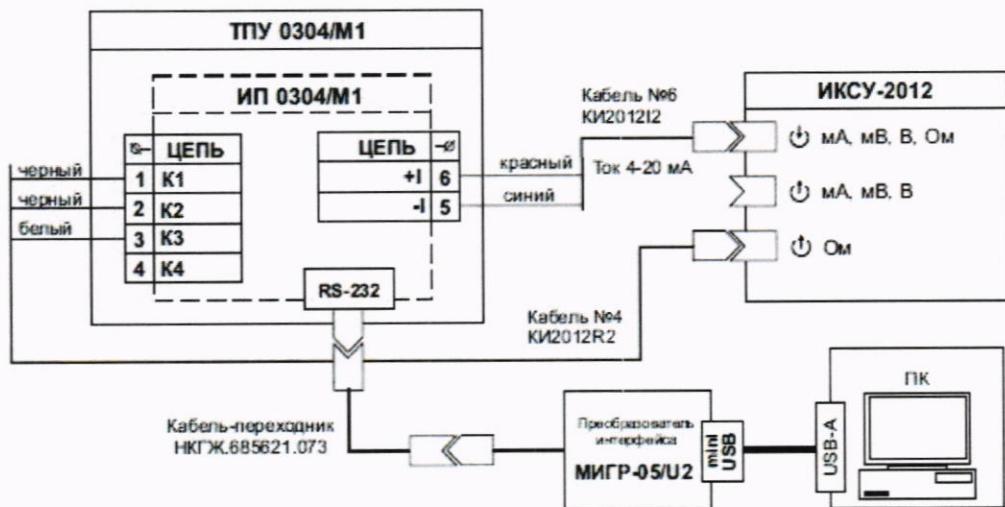


Рисунок А.2 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М1 (ИП 0304/М1)
для проверки нелинейности в режиме ТС

Продолжение приложения А

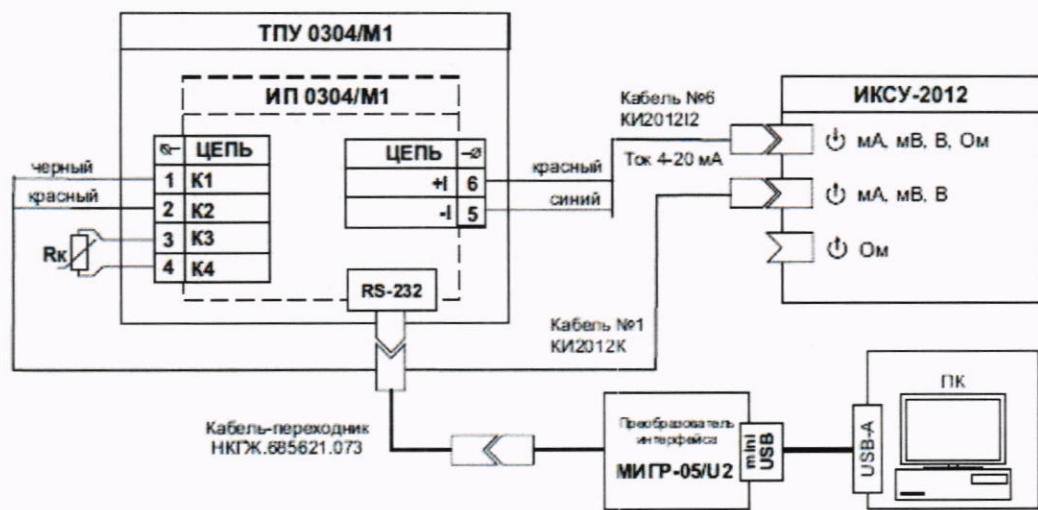


Рисунок А.3 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М1 (ИП 0304/М1) для проверки нелинейности в режиме ТП

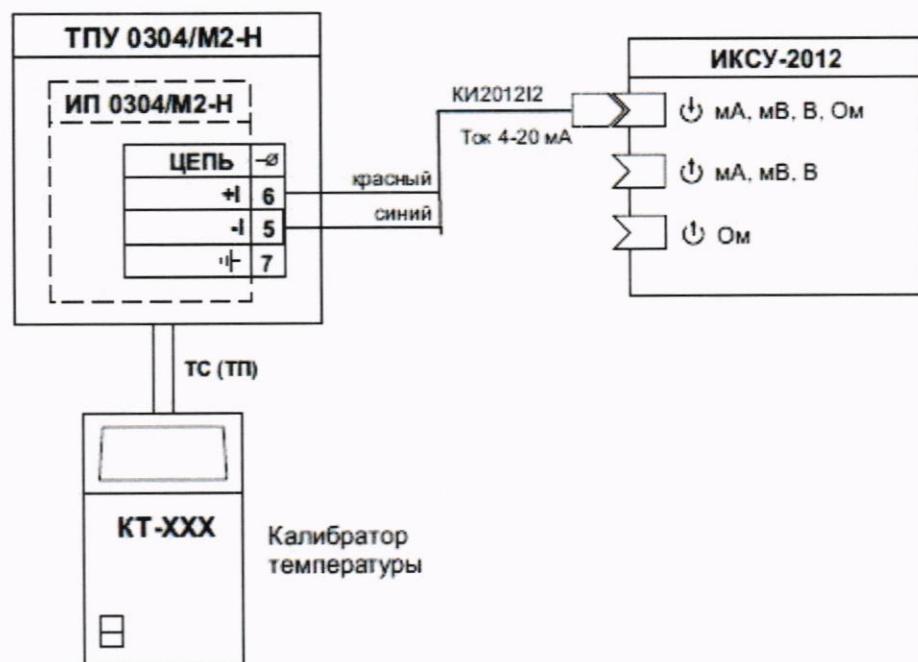


Рисунок А.4 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М2-Н (ИП 0304/М2-Н) для поверки в режиме ТС, ТП по выходному току

Продолжение приложения А

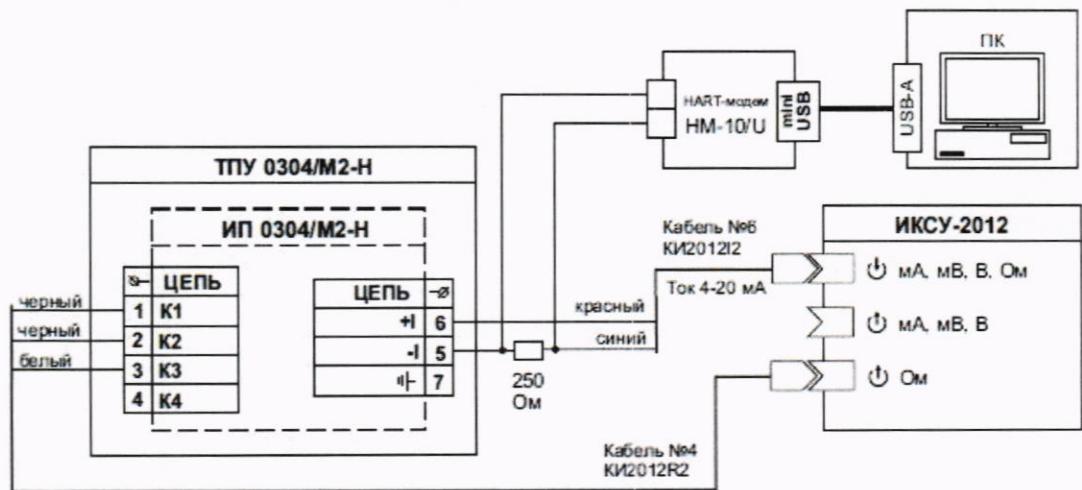


Рисунок А.5 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М2-Н (ИП 0304/М2-Н) для проверки нелинейности в режиме ТС

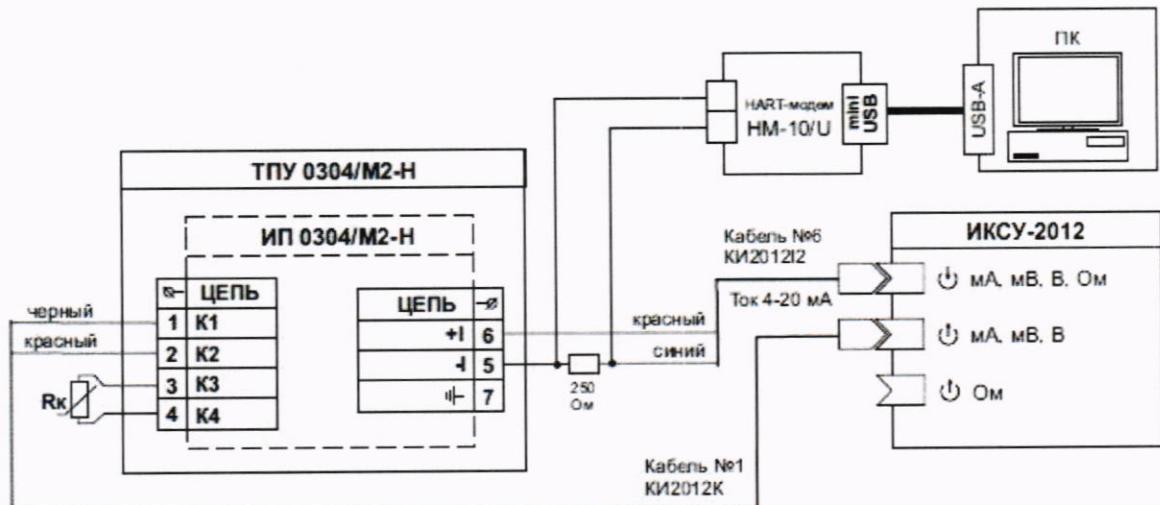


Рисунок А.6 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М2-Н (ИП 0304/М2-Н) для проверки нелинейности в режиме ТП

Продолжение приложения А

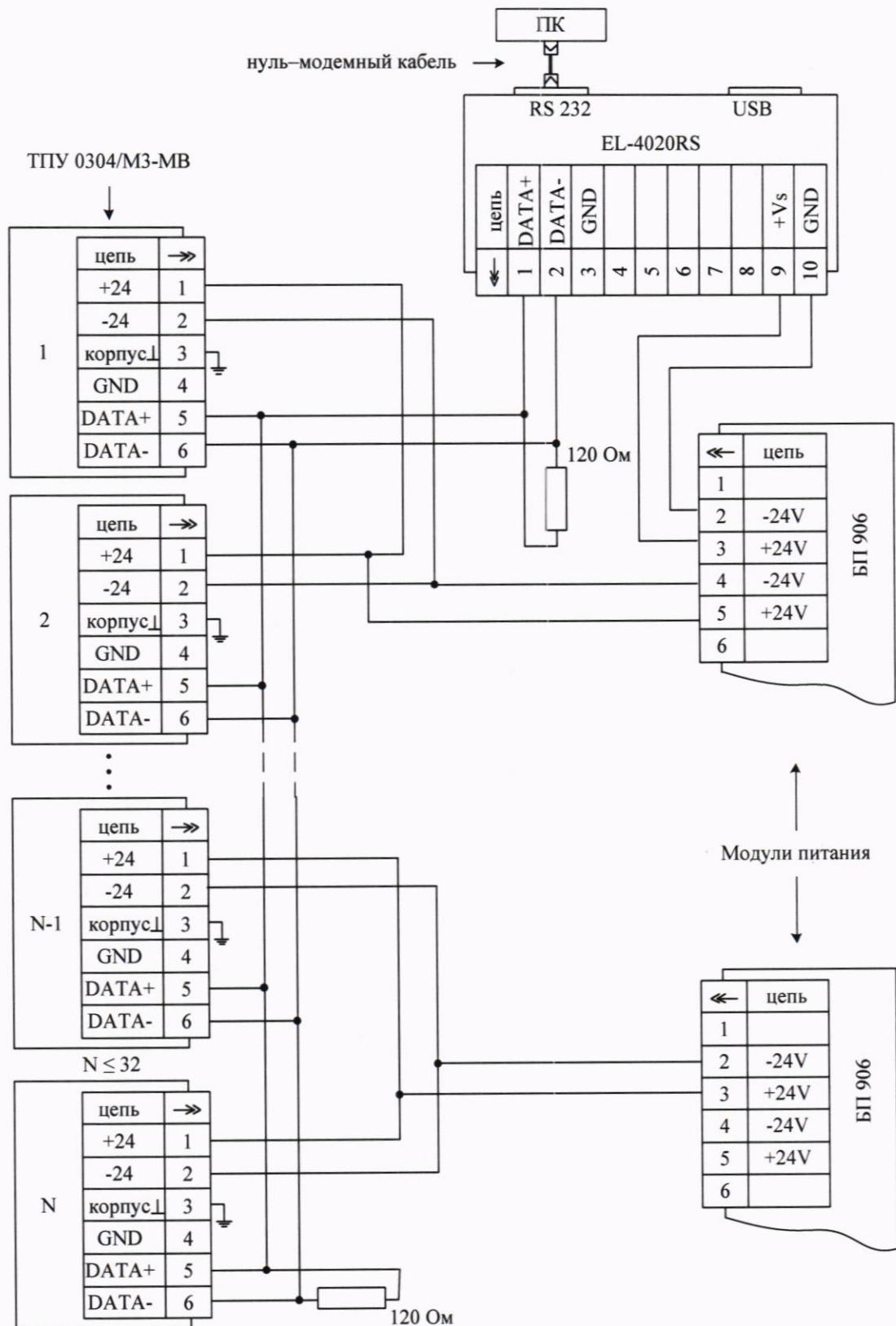


Рисунок А.7 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М3-МВ и ПК

Продолжение приложения А

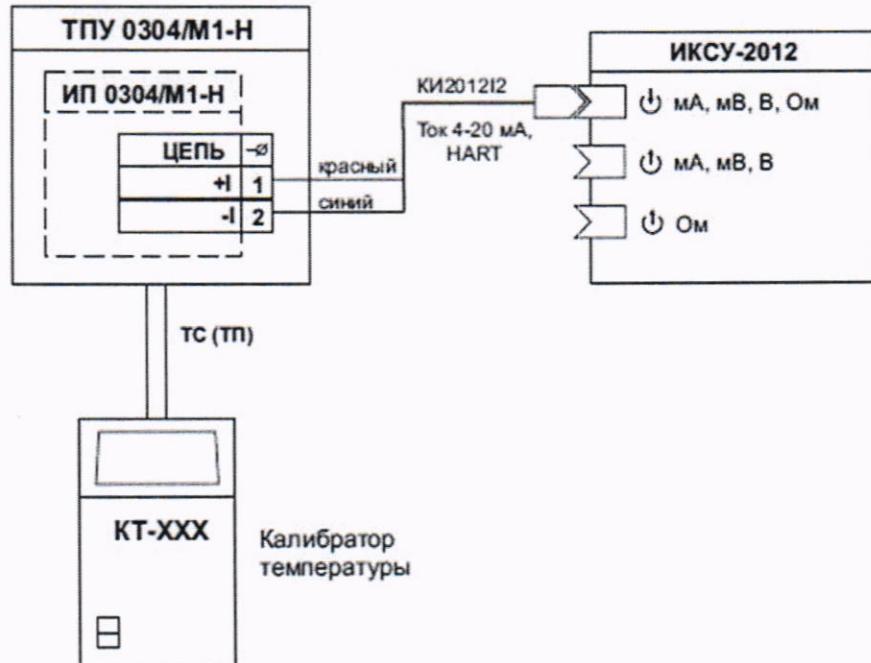


Рисунок А.8 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М1-Р для поверки в режиме ТС, ТП по выходному току

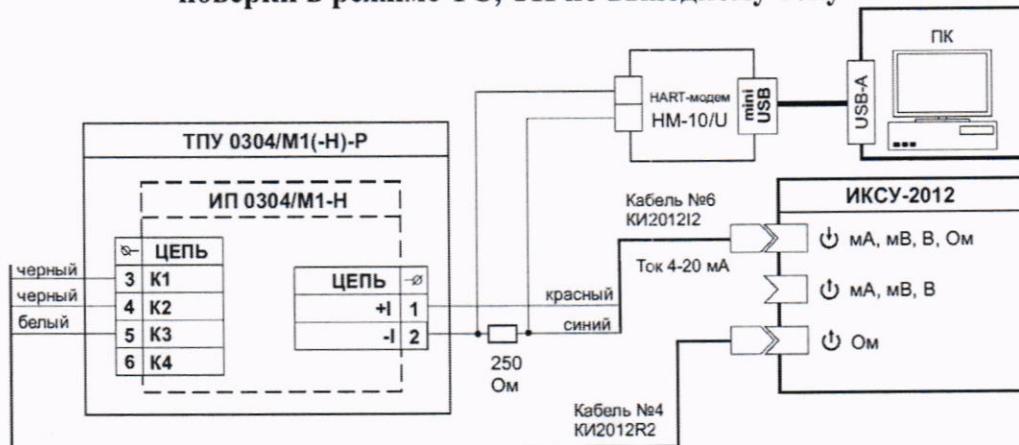


Рисунок А.9 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М1-Н (ИП 0304/М1-Н),
ТПУ 0304/М1-Р для проверки нелинейности в режиме ТС

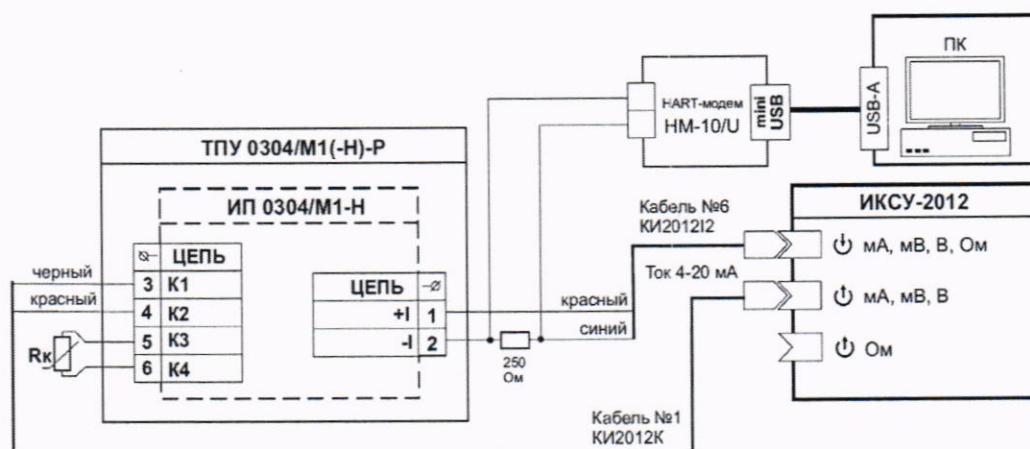


Рисунок А.10 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М1-Н (ИП 0304/М1-Н), ТПУ 0304/М1-Р для проверки нелинейности в режиме ТП

Продолжение приложения А

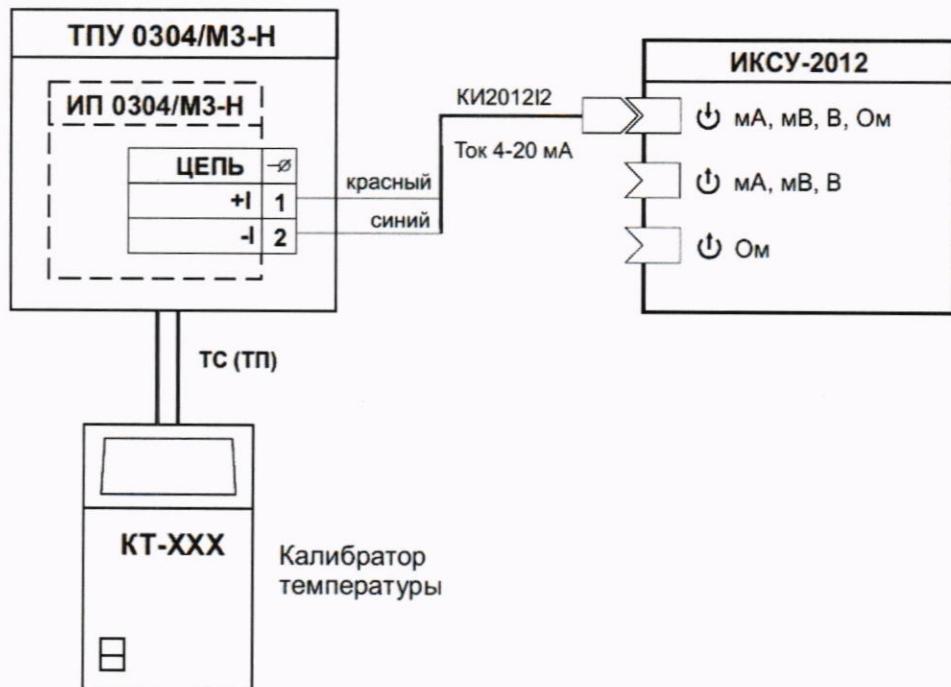


Рисунок А.11 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М3-Н для поверки в режиме ТС, ТП по выходному току

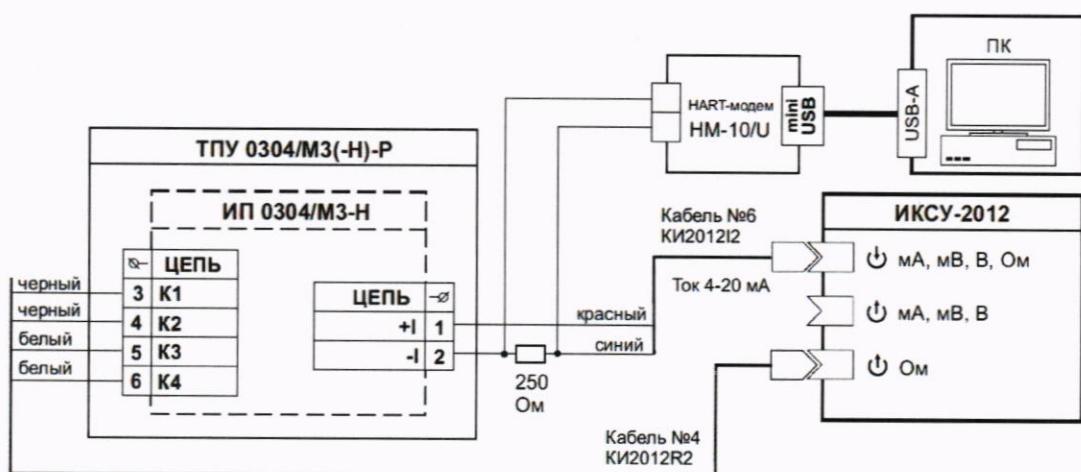


Рисунок А.12 – Схема электрическая подключений ТПУ 0304/М3-Н (ИП 0304/М3-Н-Д44), ТПУ 0304/М3-Р для проверки нелинейности в режиме ТС