



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ-РОСТЕСТ»

С.А. Денисенко

«12» февраля 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибраторы температуры ЭЛЕМЕР-КТ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-1577-207-2025

г. Москва
2025 г.

Общие положения

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на калибраторы температуры ЭЛЕМЕР-КТ (далее – калибраторы), изготавливаемые ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва, г. Зеленоград, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений и метод непосредственного сличения.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 29 января 2026 года № 147 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающим прослеживаемость к Государственному первичному эталону ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С» и к ГЭТ 35-2026 «Государственный первичный эталон единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К».

В части поверки каналов измерений электрических сигналов поверяемые калибраторы должны иметь прослеживаемость к:

- ГЭТ 13-2023 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения» в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- ГЭТ 4-91 «Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока» в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1×10^{-16} до 100 А»;

- ГЭТ 14-2014 «Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления» в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока».

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении Б настоящей методики.

1 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки	Да	Да	7.1
Подготовка к поверке средства измерений	Да	Да	7.2
Опробование	Да	Да	7.3
Проверка электрической прочности изоляции	Да	Нет	7.4
Проверка электрического сопротивления изоляции	Да	Нет	7.5

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:	-	-	9
Определение абсолютной погрешности воспроизведения температуры и нестабильности поддержания температуры в термостатирующем блоке	Да	Да	9.1
Определение нестабильности поддержания температуры в блоке сравнения сменном	Да	Да	9.2
Определение неравномерности температурного поля по высоте рабочей зоны в термостатирующем блоке	Да	Нет	9.3
Определение неравномерности температурного поля по высоте рабочей зоны в блоке сравнения сменном	Да	Нет	9.4
Определение разности температуры в каналах одного диаметра термостатирующего блока	Да	Нет	9.5
Определение разности воспроизводимых температур в каналах блока сравнения сменного	Да	Нет	9.6
Определение доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95	Да	Да	9.7
Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току ИМКТ	Да	Да	9.8
Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ИМКТ	Да	Да	9.9
Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока ИМКТ	Да	Да	9.10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений сигналов преобразователей термоэлектрических при использовании компенсационного кабеля КИ №04 ТП	Да	Нет	9.11
Определение дополнительной абсолютной погрешности измерения сигналов преобразователей термоэлектрических при использовании компенсационного кабеля КИ №03 ХА, КИ №03 ХК	Да	Нет	9.12
Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току МИЭ	Да	Да	9.13
Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока МИЭ	Да	Да	9.14
Оформление результатов поверки	Да	Да	10
<p>Примечания:</p> <p>1) При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.</p> <p>2) Допускается проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов и проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений (или лица, представившего средство измерений на поверку), с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.</p> <p>3) Операции поверки по п.п.9.3-9.6 также проводятся и при периодической поверке по заявке владельца средства измерений.</p>			

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 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).

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка 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 паспортом и освоившими работу с СИ.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7.1 Контроль условий поверки	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с пределами допускаемой основной приведенной погрешности не более $\pm 0,5\%$ 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 $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н, модель 030, Рег. № 63044-16 Преобразователь температуры и влажности измерительный РОСА-10, рег. № 27728-09
7.3 Проверка электрической прочности изоляции	Установка для проверки электрической безопасности (диапазон выходных напряжений: от 100 до 5000 В)	Установка для проверки электрической безопасности GPI-745A, рег. № 46633-11
7.4 Проверка электрического сопротивления изоляции	Мегаомметр (диапазон измерений: от 0 до 10000 МОм)	Мегаомметр Ф4102/1-1М, Рег. № 9225-88
8 Проверка программного обеспечения средства измерений	Персональный компьютер	Объем оперативной памяти не менее 1 Гбайт; объем жесткого диска не менее 10 Гбайт
9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства	Эталоны единицы температуры, соответствующие требованиям к эталонам 1-го, 2-го разрядов в соответствии с приказом Росстандарта от 29.01 2026 № 147 в диапазоне значений температуры от $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1100\text{ }^{\circ}\text{C}$	Термометр сопротивления платиновый эталонный ЭТС-1К, рег. № 73672-18
		Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ-2-2, ПТСВ-9-2, рег. № 32777-06
		Преобразователи термоэлектрические платиноводород-платиновые эталонные ППО, рег. № 83756-21

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки	
измерений метрологическим требованиям		Термометр цифровой эталонный ТЦЭ-005/М2, рег. № 40719-15	
		Система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ, рег. № 19973-06	
	Эталон единицы электрического сопротивления 1-го, 2-го разрядов в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3456 в диапазоне от 0 до 2000 Ом		Меры электрического сопротивления однозначные МС3050М, рег. № 46843-11
	Эталон единицы постоянного электрического напряжения 1-го, 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520 в диапазоне от 0 до 100 мВ		Компаратор напряжения Р3003, рег. № 7476-91
	Эталон единицы силы постоянного электрического тока 1-го, 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 № 2091		Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000», рег. № 85582-22
	Преобразователь термоэлектрический в диапазоне от +600 °С до +1100 °С		Преобразователи термоэлектрические ТП-0188/2-2, рег. № 80413-20
	Термопреобразователь сопротивления в диапазоне от -50 °С до +660 °С с длиной чувствительного элемента не более 5 мм, диаметром 6 мм		Термопреобразователи сопротивления ТС-1388/14, ТС-1388, рег. № 58808-14
	Средства воспроизведения температуры 0 °С		Термостат нулевой ТН-1М или сосуд Дьюара с льдо-водяной смесью
	Персональный компьютер		Объем оперативной памяти не менее 1 Гбайт; объем жесткого диска не менее 10 Гбайт

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>Примечания:</p> <p>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.</p> <p>2) Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.</p>		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом Минэнерго РФ от 12.08.2022 г. № 811;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ), утвержденные приказом Министерства труда России от 15.12.2020 г. № 903н;
- на эталоны и применяемые средства измерений;
- указания по технике безопасности, приведенные в РЭ на калибраторы.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа;
- наличие заводского номера;
- отсутствие механических повреждений и дефектов, которые могут повлиять на работу калибратора или безопасность его эксплуатации;
- наличие паспорта с отметкой ОТК (при первичной поверке);

6.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются требования п. 6.1.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

7.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление. Климатические условия проведения поверки должны соответствовать значениям, указанным в п. 2.1 настоящей методики поверки.

7.2 Подготовка к поверке средства измерений

7.2.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают эксплуатационные документы на поверяемые калибраторы, а также руководства по эксплуатации на применяемые средства поверки;
- выдерживают калибраторы в условиях окружающей среды, указанных в п. 2.1, не менее 12 ч;
- подготавливают к работе средства поверки и выдерживают во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

7.3 Опробование

7.3.1 Подсоединяют к клеммам заземления калибраторов контур заземления.

7.3.2 Подключают калибраторы к сети.

7.3.3 Устанавливают переключатель «БЛОКИРОВКА» (при его наличии у калибратора) в положение «ВКЛ.».

7.3.4 Включают переключатель «СЕТЬ».

7.3.5 После загрузки ПО КТ-150К, КТ-200К, КТ-500К, КТ-650К, КТ-680К, КТ-900К, КТ-1100К выходят в режим измерений текущей температуры (вкладка «Регулирование»).

У КТ-110, КТ-500, КТ-650, КТ-УРНТ-01 цифровой индикатор высвечивает служебную информацию «[с] 2010», а затем переходит в рабочий режим.

Индицируемая калибраторами температура должна соответствовать температуре в помещении.

7.3.6 С помощью сенсорного экрана или кнопок управления задают температуру плюс 50 °С.

У КТ-150К, КТ-200К, КТ-500К, КТ-650К, КТ-680К, КТ-900К, КТ-1100К нажимают кнопку «Включить регулятор».

7.3.7 Устанавливают переключатель «БЛОКИРОВКА» в положение «ВЫКЛ.».

7.3.8 Включается нагрев. Температура калибратора должна возрастать.

7.3.9 Результаты опробования считать положительными, если выполняются требования п. 7.3.5 и п. 7.3.8.

7.4 Проверка электрической прочности изоляции

7.4.1 Проверку электрической прочности изоляции производят с помощью установки для проверки электрической безопасности GPI-745A (далее – установка), позволяющей поднимать напряжение равномерно ступенями, не превышающими 10 % значения испытательного напряжения, в следующей последовательности.

1) Подключают установку к калибратору.

2) Заземляют используемые приборы.

3) Подготавливают калибраторы и установку в соответствии с их паспортами и руководством по эксплуатации. Включают установку.

4) Подают испытательное напряжение синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц при температуре окружающего воздуха плюс (20 ± 5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %:

- 660 В между корпусом калибратора и контактами для подсоединения сетевого напряжения;

- 120 В между измерительными цепями (ИМКТ) и корпусом.

Испытательное напряжение повышают, начиная с нуля или со значения, не превышающего номинальное напряжение цепи, до испытательного в течение не более 30 с.

5) Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин. Затем напряжение снижают до нуля, после чего установку отключают.

7.4.2 Результаты считают положительными, если не произошло пробоев и поверхностного перекрытия изоляции.

7.5 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.5.1 Проверку электрического сопротивления изоляции производят с помощью мегомметра Ф4102/1-1М в следующей последовательности:

1) подключают мегомметр к калибратору.

2) заземляют используемые приборы.

3) подают испытательное напряжение между корпусом калибратора и контактами для подсоединения сетевого напряжения.

7.5.2 Результаты считают положительными, если электрическое сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку встроенного программного обеспечения проводят в следующей последовательности:

1) включают КТ-150К, КТ-200К, КТ-500К, КТ-650К, КТ-680К, КТ-900К, КТ-1100К и (или) подключают калибратор к ПК и загружают внешнее программное обеспечение (ПО);

2) выбирают через главное меню калибратора страницу «Настройки», страницу «Сведения»;

3) фиксируют номер версии и идентификационное наименование внутреннего ПО на странице «Сведения» и (или) с помощью внешнего ПО.

Результаты считают положительными, если наименование и номер версии внутреннего ПО совпадают с данными, представленными в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные внутреннего ПО

Идентификационные данные	Значение		
	КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И, КТ-900КИ, КТ-1100КИ	КТ-150К/М1, КТ-150К/М2, КТ-200К/М1, КТ-200К/М2, КТ-500К/М1, КТ-500К/М2, КТ-650К/М1, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2, КТ-680К, КТ-900К, КТ-1100К	КТ-110, КТ-500/М1, КТ-500/М2, КТ-500L, КТ-650/М1, КТ-650/М2, КТ-УРНТ-01
Идентификационное наименование ПО	ELEMER-КТ ASPTKT_КТ ИМКТ	ELEMER-КТ ASPTKT_КТ	ASPTKT_КТ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.XX ¹⁾ 3.XXX ¹⁾ 3.XX ¹⁾	1.XX ¹⁾ 3.XXX ¹⁾	3.XXX ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО	—		

¹⁾ «X» может принимать значение от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения температуры и нестабильности поддержания температуры в термостатирующем блоке

9.1.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения температуры и нестабильности поддержания температуры в термостатирующем блоке проводят в точках, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Исполнение калибратора	Диапазон воспроизведения температуры, °С	Поверяемые точки T, °С
КТ-150К/М1, КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2, КТ-150К/М2И	от -54 ¹⁾ до +150	от -54 до -50; от +50 до +60; от +145 до +150
КТ-200К/М1, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2, КТ-200К/М2И	от -10 ¹⁾ до +200	от -10 до -5; от +90 до +110; от +195 до +200
КТ-500К/М1, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И	от +28 ²⁾ до +500	от +28 до +35; от +240 до +260; от +490 до +500
КТ-650К/М1, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И	от +28 ²⁾ до +650	от +28 до +35; от +290 до +310; от +630 до +650
КТ-680К	от +28 ²⁾ до +680	от +28 до +35; от +290 до +310; от +630 до +650
КТ-900К, КТ-900КИ	от +100 до +900	от +100 до +110; от +400 до +450; от +850 до +900
КТ-1100К, КТ-1100КИ	от +100 до +1100	от +100 до +110; от +550 до +600; от +1050 до +1100
КТ-110	от -30 ¹⁾ до +110 от -40 ³⁾ до +110	от -30 до -25; от +50 до +60; от +100 до +110
КТ-500/М1, КТ-500/М2, КТ-500L	от +28 ²⁾ до +500	от +28 до +35; от +240 до +260; от +490 до +500
КТ-650/М1, КТ-650/М2	от +28 ²⁾ до +650	от +28 до +35; от +290 до +310; от +630 до +650
КТ-УРНТ-01	0	0

1) При температуре окружающего воздуха плюс 20 °С.

2) При температуре окружающего воздуха не выше плюс 23 °С.

3) При водяном охлаждении.

t – значение воспроизводимой температуры.

9.1.2 В качестве эталонного термометра применяют термометр сопротивления платиновый (в т.ч., вибропрочный) эталонный, преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный.

9.1.3 Эталонный термометр помещают в канал термостатирующего блока калибратора с меткой «О» (при ее наличии) соответствующего диаметра.

9.1.4 После стабилизации температуры в течение 30 минут (после выхода калибратора на заданный режим) проводят не менее 30 измерений температуры эталонного термометра T_{0k} и калибратора T_k (по показаниям на экране или индикаторе) с интервалом не более 1 мин.

9.1.5 Вычисляют среднее значение температуры калибратора \bar{T} по формуле:

$$\bar{T} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^N T_k, \quad (9.1)$$

где N – число измерений температуры.

9.1.6 Вычисляют среднее значение температуры по результатам измерений эталонного термометра \bar{T}_0 по формуле:

$$\bar{T}_0 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^N T_{0k}. \quad (9.2)$$

9.1.7 Вычисляют значение абсолютной погрешности воспроизведения температуры ΔT_D по формуле:

$$\Delta T_D = \bar{T} - \bar{T}_0. \quad (9.3)$$

9.1.8 Нестабильность поддержания температуры ΔT_V определяют по формуле:

$$\Delta T_V = \max |T_{0k} - \bar{T}_0|. \quad (9.4)$$

9.1.9 Результаты считают положительными, если значения ΔT_D и ΔT_V не превышают, соответственно, пределов допускаемых значений абсолютной погрешности воспроизведения температуры и нестабильности поддержания температуры в термостатирующем блоке, указанных в Приложении Б.

9.2 Определение нестабильности поддержания температуры в сменном блоке сравнения (для КТ-150К/М2, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М2, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И, КТ-680К, КТ-500/М2, КТ-650/М2)

9.2.1 Определение нестабильности поддержания температуры в сменном блоке сравнения проводят согласно п. 9.1 с применением эталонного термометра, помещенного в канал соответствующего диаметра сменного блока сравнения.

9.2.2 Результаты считают положительными, если вычисленные значения нестабильности ΔT_V не превышают допускаемых значений нестабильности поддержания температуры в сменном блоке сравнения, указанных в Приложении Б.

9.3 Определение неравномерности температурного поля по высоте рабочей зоны в термостатирующем блоке

9.3.1 Перед измерениями в КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И с индексом заказа А и в КТ-680К устанавливают настройку зон «КТ» (в соответствии с «Руководством оператора»).

9.3.2 Определение неравномерности температурного поля по высоте рабочей зоны в термостатирующем блоке выполняется с использованием опорного и тестового термометров при температурах, приведенных в таблице 4.

В качестве тестового термометра в диапазоне от минус 50 °С до плюс 660 °С применяют термопреобразователь сопротивления ТС-1388/14 с длиной чувствительного элемента не более 5 мм, диаметром 6 мм.

В качестве тестового термометра в диапазоне от плюс 600 до плюс 1100 °С применяют преобразователь термоэлектрический ТП-0188/2-2.

В качестве опорного термометра применяют термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный, преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный или второй тестовый термометр.

9.3.3 Опорный термометр помещают в канал соответствующего диаметра так, чтобы он касался дна канала.

Тестовый термометр помещают в канал диаметром 6,5 мм так, чтобы он касался дна канала.

9.3.4 Тестовый термометр последовательно устанавливают на высоту h , равную 0; $H/2$; H (H – высота рабочей зоны);

9.3.5 После стабилизации температуры в каждой точке проводят $N=10$ измерений температуры опорным T_{0k} и тестовым T_k термометрами.

9.3.6 Для каждой из высот вычисляют среднее значение величины $T(h)$ по формуле:

$$T(h) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^N (T_k - T_{0k}). \quad (9.5)$$

9.3.7 Неравномерность температурного поля по высоте рабочей зоны ΔT_H вычисляют по формуле:

$$\Delta T_H = \frac{1}{2} \cdot (T_{MAX} - T_{MIN}), \quad (9.6)$$

где T_{MAX} , T_{MIN} – максимальное и минимальное значение из $T(0)$, $T(H/2)$, $T(H)$.

9.3.8 Результаты считают положительными, если измеренное значение неравномерности не превышает допустимого значения неравномерности температурного поля по высоте рабочей зоны канала в термостатирующем блоке, указанного в Приложении Б.

9.4 Определение неравномерности температурного поля по высоте рабочей зоны канала в блоке сравнения сменном (для КТ-150К/М2, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М2, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И, КТ-680К, КТ-500/М2, КТ-650/М2)

9.4.1 Перед измерениями в КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И с индексом заказа А и в КТ-680К устанавливают настройку зон «ТБС» (в соответствии с «Руководством оператора»).

9.4.2 Измерения проводят согласно п. 9.3.

9.4.3 Результаты считают положительными, если измеренное значение неравномерности не превышает допустимого значения неравномерности температурного поля по высоте рабочей зоны канала в блоке сравнения сменном.

9.5 Определение разности температуры в каналах одного диаметра термостатирующего блока

9.5.1 Измерения проводят при температурах, приведенных в таблице 9.1. Перед измерениями в КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И с индексом заказа А и в КТ-680К устанавливают настройку зон «КТ» (в соответствии с «Руководством оператора»).

9.5.2 Опорный термометр помещают в канал соответствующего диаметра.

9.5.3 Тестовый термометр последовательно помещают в каналы соответствующего диаметра.

9.5.4 После стабилизации температуры проводят $N=10$ измерений температуры опорным T_{0k} и тестовым T_k термометрами и вычисляют среднее значение величины ΔT по формуле:

$$\Delta T = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^N (T_k - T_{0k}) \quad (9.7)$$

9.5.5 Разность температур в каналах ΔT_R вычисляют по формуле:

$$\Delta T_R = T_{MAX} - T_{MIN}, \quad (9.8)$$

где T_{MAX} , T_{MIN} – максимальное и минимальное значение ΔT в каналах одного диаметра.

9.5.6 Допускается в качестве значений температуры опорного термометра использовать показания калибратора.

9.5.7 Результаты считают положительными, если измеренное значение разности температур в каналах ΔT_R не превышает допустимого значения разности температур в каналах термостатирующего блока, указанного в Приложении Б.

9.6 Определение разности температуры в каналах блока сравнения сменного (для КТ-150К/М2, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М2, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И, КТ-680К, КТ-500/М2, КТ-650/М2)

9.6.1 Перед измерениями в КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И с индексом заказа А и в КТ-680К устанавливают настройку зон «ТБС» (в соответствии с «Руководством оператора»).

9.6.2 Определение разности воспроизводимых температур в сменном блоке сравнения проводят по п. 9.5.1 – 9.5.5.

9.6.3 Результаты считают положительными, если измеренное значение разности температур не превышает допустимого значения разности температур в каналах сменного блока сравнения.

9.7 Определение доверительных границ абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95

9.7.1 Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95 $\Delta_{0,95}$ вычисляют по формуле:

$$\Delta_{0,95} = 1.1 \cdot \sqrt{\Delta T_D^2 + \Delta T_E^2 + \Delta T_M^2 + \Delta T_V^2 + \Delta T_H^2 + \Delta T_R^2 + \left(\frac{\Delta T_I}{2}\right)^2}, \quad (9.9)$$

где ΔT_D - абсолютная погрешность воспроизведения температуры, определенная по формуле (9.3);

ΔT_V - нестабильность поддержания температуры, определенная по формуле (9.4);

ΔT_H - неравномерность температурного поля по высоте рабочей зоны канала, определенная по формуле (9.6);

ΔT_R - разность температуры в каналах одного диаметра термостатирующего блока, определенная по формуле (9.8);

ΔT_E - доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 эталонного термометра;

ΔT_M - погрешность средства измерений сопротивления (или т.э.д.с.) эталонного термометра в температурном эквиваленте;

ΔT_I - единица последнего разряда дисплея (индикатора) калибратора.

9.7.2 Если величины ΔT_H , ΔT_R при периодической поверке не определяются, то их следует выбирать из протокола первичной поверки, а при его отсутствии – принимать равными предельно допустимым значениям, указанным в Приложении Б.

9.7.3 Результаты считают положительными, если вычисленные значения доверительной погрешности воспроизведения температуры не превышают допустимых значений, указанных в Приложении Б.

9.8 Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току ИМКТ (для КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И, КТ-900КИ, КТ-1100КИ)

9.8.1 На закладке «Настройки», странице «Общие настройки» нажимают кнопку «Поверка ИМКТ».

9.8.2 В новом окне на странице «Настройки»

- записывают все необходимые для формирования протокола данные;

- выбирают тип поверяемого параметра «Сопротивление»;

- задают значения допустимого дрейфа и времени готовности. Рекомендуемые значения: 0,001 %/мин и 10 мин соответственно.

9.8.3 На странице «МЭСО» вводят параметры мер электрического сопротивления.

9.8.4 Переходят на страницу «Измерение».

9.8.5 В таблице включают канал 1 и нажимают кнопку «ПУСК».

9.8.6 После записи параметров появляются две «линейки»: с номинальными значениями сопротивлений мер, при которых проводится поверка, и с перечнем каналов, к которым подключены меры сопротивления. Текущее номинальное значение выделено желтым цветом.

9.8.7 К каналу 1 калибратора с помощью кабеля КИ №01 ТС в соответствии с рисунком А.1 приложения А подключают меру электрического сопротивления номинальным значением 10 Ом по четырехпроводной схеме.

9.8.8 В связанной с этим номинальным значением ячейке линейки каналов выбирают «Канал 1». В остальных ячейках устанавливают «Нет».

9.8.9 В столбце «Эталон, Ом» вводят фактическое значение меры сопротивления. Если на странице «МЭСО» были введены значения параметров, то значения эталонов появляются автоматически.

9.8.10 После наступления готовности нажимают кнопку «Принять» для фиксации результата измерений.

9.8.11 Нажимают кнопку «▶» и переходят к измерению следующего значения сопротивления. При этом предыдущая ячейка в линейке сопротивлений изменяет цвет на зеленый.

9.8.12 Повторяют п. 9.8.7 – 9.8.11 для сопротивлений 25 (30), 100, 250 (300), 750, 1000, 1500 Ом.

9.8.13 Повторяют п. 9.8.5 – 9.8.12 для каналов 2, 3, 4.

9.8.14 Нажимают кнопку «СТОП».

9.8.15 На странице «Результаты» нажимают кнопки «Сформировать протокол» и «Сохранить».

9.8.16 Результаты считают положительными, если полученные погрешности измерений сопротивления постоянному току не превышают пределов допускаемых абсолютных погрешностей измерений сопротивления постоянному току ИМКТ, указанных в Приложении Б.

9.9 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ИМКТ (для КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И, КТ-900КИ, КТ-1100КИ)

9.9.1 На закладке «Настройки», странице «Общие настройки» нажимают кнопку «Поверка ИМКТ».

9.9.2 В новом окне на странице «Настройки» записывают

- необходимые для формирования протокола данные;
- выбирают тип поверяемого параметра «Напряжение»;
- задают значения допустимого дрейфа и времени готовности. Рекомендуемые значения:

0,001 мВ/мин и 5 мин соответственно.

9.9.3 Переходят на страницу «Измерение».

9.9.4 В таблице включают канал 1 и нажимают кнопку «ПУСК». После записи параметров появляется «линейка» с номинальными значениями напряжений, при которых проводится поверка. Текущее номинальное значение выделено желтым цветом.

9.9.5 К каналу 1 калибратора с помощью кабеля КИ №06 U1 в соответствии с рисунком А.4 приложения А подключают выход компаратора напряжений Р3003.

9.9.6 Задают значение выходного напряжения минус 100 мВ.

9.9.7 В столбце «Эталон, мВ» вводят фактическое значение напряжения.

9.9.8 После наступления готовности нажимают кнопку «Принять» для фиксации результата измерений.

9.9.9 Нажимают кнопку «▶» и переходят к измерению следующего значения напряжения. При этом предыдущая ячейка в линейке напряжения изменяет цвет на зеленый.

9.9.10 Повторяют п. 9.9.6 – 9.9.9 для значений напряжения минус 50, 0, 25, 50, 75, 100 мВ.

9.9.11 Повторяют п. 9.9.4 – 9.9.10 для каналов 2, 3, 4.

9.9.12 Нажимают кнопку «СТОП».

9.9.13 На странице «Результаты» нажимают кнопки «Сформировать протокол» и «Сохранить».

9.9.14 Результаты считают положительными, если полученные погрешности измерений напряжения постоянного тока не превышают пределов абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока ИМКТ, указанных в Приложении Б.

9.10 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока ИМКТ (для КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И, КТ-900КИ, КТ-1100КИ)

9.10.1 На закладке «Настройки», странице «Общие настройки» нажимают кнопку «Проверка ИМКТ».

9.10.2 В новом окне на странице «Настройки»

- записывают необходимые для формирования протокола данные;
- выбирают тип поверяемого параметра «Ток»;
- задают значения допустимого дрейфа и времени готовности. Рекомендуемые значения: 0,001 мА/мин и 5 мин соответственно.

9.10.3 Переходят на страницу «Измерение».

9.10.4 В таблице включают канал 1 и нажимают кнопку «ПУСК». После записи параметров появляется «линейка» с номинальными значениями тока, при которых проводится проверка. Текущее номинальное значение выделено желтым цветом.

9.10.5 К каналу 1 калибратора с помощью кабеля КИ №08 I2 в соответствии с рисунком А.5 приложения А подключают ИКСУ-3000, настроенный на режим воспроизведения силы постоянного тока.

9.10.6 Задают с помощью ИКСУ-3000 воспроизводимое значение тока 4 мА.

9.10.7 В столбце «Эталон, мА» вводят заданное с помощью ИКСУ-3000 значение тока.

9.10.8 После наступления готовности нажимают кнопку «Принять» для фиксирования результата измерений.

9.10.9 Нажимают кнопку «▶» и переходят к измерению следующего значения тока. При этом предыдущая ячейка в линейке тока изменяет цвет на зеленый.

9.10.10 Повторяют п. 9.10.6 – 9.10.9 для значений тока 12, 20 мА.

9.10.11 Повторяют п. 9.10.4 – 9.10.10 для каналов 2, 3, 4.

9.10.12 Нажимают кнопку «СТОП».

9.10.13 На странице «Результаты» нажимают кнопки «Сформировать протокол» и «Сохранить».

9.10.14 Результаты считают положительными, если полученные погрешности измерений силы постоянного тока не превышают пределов абсолютных погрешностей измерений силы постоянного тока ИМКТ, указанных в Приложении Б.

9.11 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений сигналов преобразователей термоэлектрических при использовании компенсационного кабеля КИ №04 ТП (для КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И, КТ-900КИ, КТ-1100КИ)

9.11.1 К каналу 1 калибратора подключают соединительный кабель КИ №04 ТП в соответствии с рисунком А.3 приложения А.

9.11.2 На закладке «Параметры поверки», странице «ТП» устанавливают тип выходного сигнала «ТПА-Т», НСХ – «ТХА(К)».

9.11.3 На странице «Точки поверки» устанавливают выбор типа точки – «Нет».

9.11.4 Замыкают медным проводом электрические клеммы компенсационной колодки кабеля КИ №04 ТП, помещают ее в тонкий полиэтиленовый пакет и погружают в термостат нулевой на глубину не менее 200 мм.

9.11.5 Переходят на закладку «Измерения и поверка», страницу «Измерения» и через 20 мин считывают значение измеренной температуры Т.

9.11.6 Результаты считают положительными, если измеренные значения температуры T не превышают пределов допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений сигналов преобразователей термоэлектрических при использовании компенсационного кабеля КИ №04 ТП, указанных в Приложении Б.

9.12 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерения сигналов преобразователей термоэлектрических при использовании компенсационного кабеля КИ №03 ХА, КИ №03 ХК (для КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И, КТ-900КИ, КТ-1100КИ)

9.12.1 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений сигналов преобразователей термоэлектрических при использовании компенсационного кабеля КИ №03 ХА, КИ №03 ХК проводят согласно п. 9.11, но отдельно для кабеля КИ №03 ХА и КИ №03 ХК с изменением НСХ с ТХА(К) на ТХК(L) (п. 9.11.2). Свободные концы кабелей предварительно замыкают.

9.12.2 Результаты считают положительными, если измеренные значения температуры T не превышают пределов допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений сигналов преобразователей термоэлектрических при использовании компенсационного кабеля КИ №03 ХА, КИ №03 ХК, указанных в Приложении Б.

9.13 Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току МИЭ (для КТ-900К, КТ-1100К, КТ-900КИ, КТ-1100КИ)

9.13.1 На закладке «Настройки», странице «Общие настройки» нажимают кнопку «Проверка МИЭ».

9.13.2 В новом окне на странице «Настройки»

- записывают все необходимые для формирования протокола данные;
- выбирают тип поверяемого параметра «Сопротивление»;
- задают значения допустимого дрейфа и времени готовности.

9.13.3 Переходят на страницу «Измерение».

9.13.4 Нажимают кнопку «ПУСК». После записи параметров появляется «линейка» с номинальными значениями сопротивлений, при которых проводится проверка. Текущее номинальное значение выделено желтым цветом.

9.13.5 К разъему «ЭТП» с помощью кабеля КИ №01 в соответствии с рисунком А.1 приложения А подключают меру электрического сопротивления номинальным значением 100 Ом по четырехпроводной схеме.

9.13.6 В столбце «Эталон, Ом» вводят фактическое значение меры сопротивления.

9.13.7 После наступления готовности нажимают кнопку «Принять» для фиксации результата измерений.

9.13.8 Нажимают кнопку «▶» и переходят к измерению следующего сопротивления. При этом предыдущая ячейка в линейке сопротивлений изменяет цвет на зеленый.

9.13.9 Повторяют п. 9.13.5 – 9.13.8 для сопротивлений 150, 250 (300) Ом.

9.13.10 Нажимают кнопку «СТОП».

9.13.11 На подстранице «Результаты» нажимают кнопки «Сформировать протокол» и «Сохранить».

Результаты считают положительными, если полученные погрешности измерений сопротивления постоянному току не превышают пределов абсолютных погрешностей измерения сопротивления постоянному току МИЭ, указанных в Приложении Б.

9.14 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока МИЭ (для КТ-900К, КТ-1100К, КТ-900КИ, КТ-1100КИ)

9.14.1 На закладке «Настройки», странице «Общие настройки» нажимают кнопку «Проверка МИЭ».

9.14.2 В новом окне на странице «Настройки»

- записывают необходимые для формирования протокола данные;
- выбирают тип поверяемого параметра «Напряжение»;
- задают значения допустимого дрейфа и времени готовности.

9.14.3 Переходят на страницу «Измерение».

9.14.4 Нажимают кнопку «ПУСК». После записи параметров появляется «линейка» с номинальными значениями напряжений, при которых проводится поверка. Текущее номинальное значение выделено желтым цветом.

9.14.5 К разъему «ЭТП» с помощью кабеля КИ №06 U1 в соответствии с рисунком А.6 приложения А подключают выход компаратора напряжений Р3003.

9.14.6 Задают значение выходного напряжения 0 мВ.

9.14.7 В столбце «Эталон, мВ» вводят фактическое значение напряжения.

9.14.8 После наступления готовности нажимают кнопку «Принять» для фиксирования результата измерений.

9.14.9 Нажимают кнопку «▶» и переходят к измерению следующего напряжения. При этом предыдущая ячейка в линейке напряжения изменяет цвет на зеленый.

9.14.10 Повторяют п. 9.14.6 – 9.14.9 для значений напряжения 5, 10, 30, 50 мВ.

9.14.11 Нажимают кнопку «СТОП».

9.14.12 На подстранице «Результаты» нажимают кнопки «Сформировать протокол» и «Сохранить».

Результаты считают положительными, если полученные погрешности измерений напряжения постоянного тока не превышают пределов абсолютных погрешностей измерения напряжения постоянного тока МИЭ, указанных в Приложении Б.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки калибратора в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 Калибраторы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) вносится запись о проведенной поверке в паспорт калибратора.

10.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

10.4 Оформление протокола поверки осуществляется в соответствии с системой менеджмента качества организации-поверителя. Дополнительные требований к ведению протокола не предъявляются. Форма протокола поверки для калибраторов, применяемых в качестве эталона, приведена в Приложении В.

Разработчик настоящей методики:

Начальник отдела метрологического обеспечения
термометрии (207) ФБУ «НИЦ ПМ-РОСТЕСТ»

А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Схемы электрических соединений

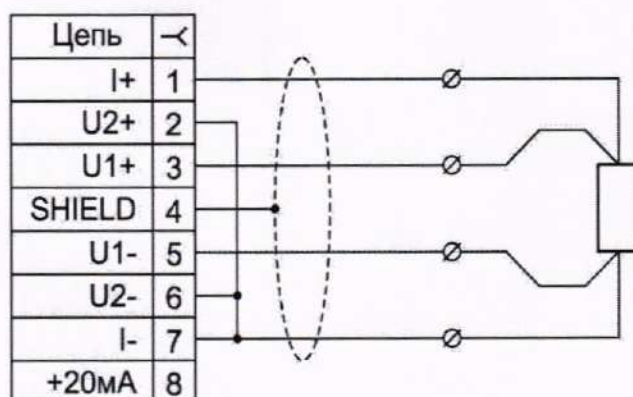


Рисунок А.1 – Соединительный кабель КИ №01 ТС для подключения термопреобразователей сопротивления по четырехпроводной схеме подключения

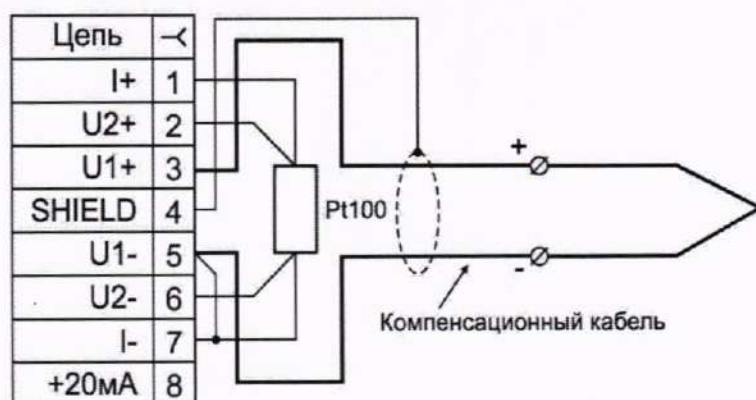


Рисунок А.2 – Соединительный кабель КИ №03 ХА, КИ №03 ХК для подключения преобразователей термоэлектрических с НСХ ТХА(К) и ТХК(Л). Компенсационный кабель с компенсатором холодного спая, установленным в разъеме

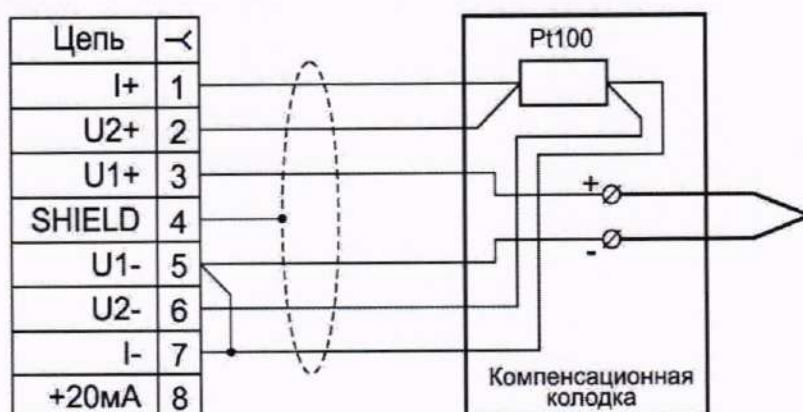


Рисунок А.3 – Соединительный кабель КИ №04 ТП для подключения преобразователей термоэлектрических. Компенсатор холодного спая установлен в компенсационной колодке

Продолжение приложения А

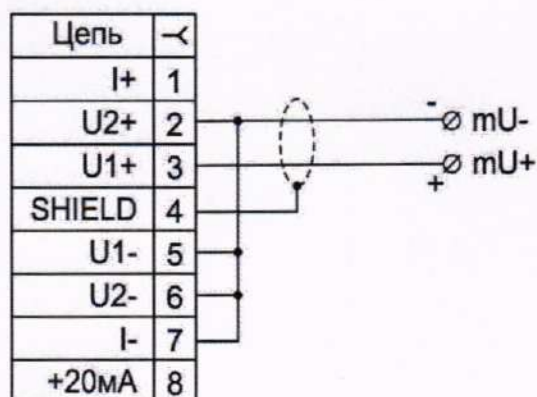


Рисунок А.4 – Соединительный кабель КИ №06 U1 для измерений напряжения от минус 100 до плюс 100 мВ

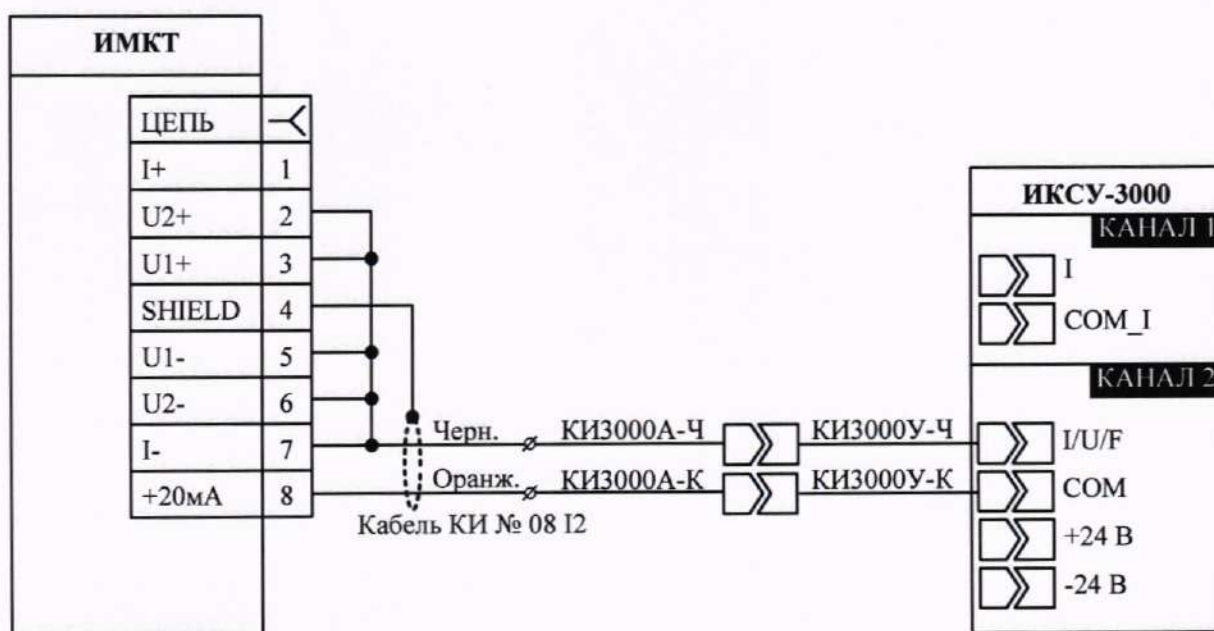


Рисунок А.5 – Подключение ИМКТ к ИКСУ-3000 при проверке измерений тока от 4 до 20 мА

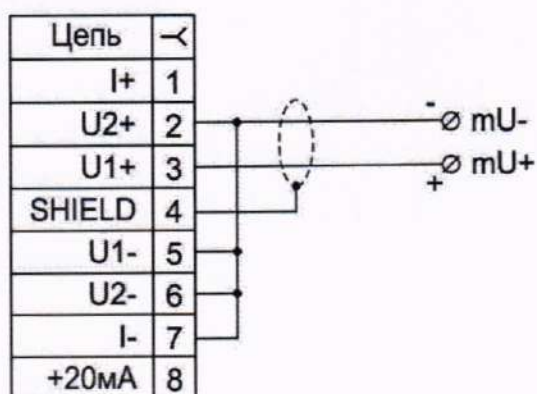


Рисунок А.6 – Соединительный кабель КИ №06 U1 для измерений напряжения от минус 100 до плюс 100 мВ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Метрологические характеристики

Таблица Б1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведения температуры	приведен в таблице Б2
Воспроизводимая КТ-УРНТ-01 температура	приведена в таблице Б3
Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры в термостатирующем блоке	приведены в таблицах Б2, Б3
Нестабильность поддержания температуры за 30 мин	приведена в таблице Б4
Неравномерность температурного поля	приведена в таблице Б5
Разность температуры в каналах одного диаметра	приведена в таблице Б6

Таблица Б2 – Диапазон воспроизведения температуры, доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры

Калибратор	Диапазон воспроизведения температуры, °С	Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95, °С в термостатирующем блоке	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры, °С в термостатирующем блоке
КТ-150К/М1, КТ-150К/М1И	от -54 ¹⁾ до +150	$\pm(0,04+3 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,02+2 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-150К/М2, КТ-150К/М2И		$\pm(0,04+6 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	
КТ-200К/М1, КТ-200К/М1И	от -10 ¹⁾ до +200	$\pm(0,04+5 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	
КТ-200К/М2, КТ-200К/М2И		$\pm(0,05+6 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	
КТ-500К/М1, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И	от +28 ²⁾ до +500	$\pm(0,04+3,5 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,03+1,5 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-650К/М1, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И	от +28 ²⁾ до +650		
КТ-680К	от +28 ²⁾ до +680	$\pm(0,04+5 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,03+1,5 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-900К, КТ-900КИ	от +100 до +900	$\pm(0,25+8 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,2+3 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-1100К, КТ-1100КИ	от +100 до +1100		
КТ-110	от -30 ¹⁾ до +110 от -40 ³⁾ до +110	$\pm(0,04+3 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,02+2 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-500/М1, КТ-500/М2, КТ-500L	от +28 ²⁾ до + 500	$\pm(0,04+3,5 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,03+1,5 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-650/М1, КТ-650/М2	от +28 ²⁾ до + 650		

¹⁾ При температуре окружающего воздуха плюс 20 °С.

²⁾ При температуре окружающего воздуха не выше плюс 23 °С.

³⁾ При водяном охлаждении.

t – значение воспроизводимой температуры.

Таблица Б3 – Воспроизводимая КТ-УРНТ-01 температура, доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры

Калибратор	Воспроизводимая температура, °С	Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры, °С
КТ-УРНТ-01	0	$\pm 0,04$	$\pm 0,02$

Таблица Б4 – Нестабильность поддержания температуры

Калибратор	Нестабильность поддержания температуры за 30 мин, °С, не более	
	в термостатирующем блоке	в блоке сравнения сменном
КТ-150К/М1, КТ-150К/М1И	±0,01	–
КТ-150К/М2, КТ-150К/М2И		±0,005
КТ-200К/М1, КТ-200К/М1И		–
КТ-200К/М2, КТ-200К/М2И		±0,005
КТ-500К/М1, КТ-500К/М1И	±(0,01+3·10 ⁻⁵ ·t)	–
КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И		±(0,005+2·10 ⁻⁵ ·t)
КТ-650К/М1, КТ-650К/М1И		–
КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И		±(0,005+2·10 ⁻⁵ ·t)
КТ-680К		
КТ-900К, КТ-900КИ, КТ-1100К, КТ-1100КИ	±0,1	–
КТ-110	±0,01	–
КТ-500/М1, КТ-500L, КТ-650/М1	±(0,01+3·10 ⁻⁵ ·t)	–
КТ-500/М2, КТ-650/М2		±(0,005+2·10 ⁻⁵ ·t)
КТ-УРНТ-01	±0,01	–

Таблица Б5 – Неравномерность температурного поля

Калибратор	Высота рабочей зоны от дна канала, мм	Неравномерность температурного поля по высоте рабочей зоны канала, °С, не более	
		в термостатирующем блоке	в блоке сравнения сменном
КТ-150К/М1, КТ-150К/М1И	от 0 до 60	±(0,01+2,5·10 ⁻⁴ · t)	–
КТ-150К/М2, КТ-150К/М2И		±(0,025+3·10 ⁻⁴ · t)	±(0,015+3·10 ⁻⁴ · t)
КТ-200К/М1, КТ-200К/М1И		±(0,02+3·10 ⁻⁴ · t)	–
КТ-200К/М2, КТ-200К/М2И		±(0,025+3·10 ⁻⁴ · t)	±(0,03+4·10 ⁻⁴ · t)
КТ-500К/М1, КТ-500К/М1И	от 0 до 80	±(0,01+1,5·10 ⁻⁴ ·t)	–
КТ-650К/М1, КТ-650К/М1И			
КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И с индексом заказа			
– А	от 0 до 80	±(0,01+1,5·10 ⁻⁴ ·t)	±(0,01+1·10 ⁻⁴ ·t)
– В	от 0 до 60 ¹⁾	±(0,01+1,5·10 ⁻⁴ ·t)	±(0,01+3,5·10 ⁻⁴ ·t)
КТ-680К	от 0 до 120	±(0,01+1·10 ⁻⁴ ·t)	±(0,01+2·10 ⁻⁴ ·t)
КТ-900К, КТ-900КИ, КТ-1100К, КТ-1100КИ	от 0 до 60	±(0,05+2·10 ⁻⁴ ·t)	–
КТ-110	от 0 до 40	±(0,01+2·10 ⁻⁴ · t)	–
КТ-500/М1, КТ-500L	от 0 до 60	±(0,01+1,5·10 ⁻⁴ ·t)	–
КТ-500/М2			±(0,01+3,5·10 ⁻⁴ ·t)
КТ-650/М1			–
КТ-650/М2			±(0,01+3,5·10 ⁻⁴ ·t)
КТ-УРНТ-01			±0,02

¹⁾ Рабочая зона канала в блоке сравнения сменном для индекса заказа В

Таблица Б6 – Разность температуры в каналах одного диаметра

Калибратор	Разность температуры в каналах одного диаметра, °С, не более	
	в каналах термостатирующего блока	в каналах блока сравнения сменного
КТ-150К/М1, КТ-150К/М1И	$\pm(0,01+1 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	–
КТ-150К/М2, КТ-150К/М2И	$\pm(0,02+3 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,01+1 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-200К/М1, КТ-200К/М1И	$\pm(0,015+2 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	–
КТ-200К/М2, КТ-200К/М2И	$\pm(0,025+4 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,01+1 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-500К/М1, КТ-500К/М1И	$\pm(0,01+2 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	–
КТ-650К/М1, КТ-650К/М1И		$\pm(0,01+1 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-500К/М2, КТ-500К/М2И		
КТ-650К/М2, КТ-650К/М2И		–
КТ-500/М1, КТ-500L, КТ-650/М1		$\pm(0,01+1 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-500/М2, КТ-650/М2		$\pm(0,01+1 \cdot 10^{-4} \cdot t)$
КТ-680К	$\pm(0,01+4 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	$\pm(0,01+6 \cdot 10^{-5} \cdot t)$
КТ-900К, КТ-900КИ, КТ-1100К, КТ-1100КИ	$\pm(0,05+3 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	–
КТ-110	$\pm(0,005+1 \cdot 10^{-4} \cdot t)$	–
КТ-УРНТ-01	$\pm 0,015$	–

Таблица Б7 – Метрологические характеристики ИМКТ КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И, КТ-900КИ, КТ-1100КИ

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ¹⁾		Тип НСХ первичного преобразователя	В соответствии с ГОСТ
		КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И	КТ-900КИ, КТ-1100КИ		
Температура	от -50 до 0 °С включ.	$\pm 0,015$ °С		10М, 50М, 100М	6651-2009
	св. 0 до +200 °С	$\pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot t + 0,015)$ °С			
	от -200 до 0 °С включ.	$\pm 0,015$ °С		10П, 50П, 100П, 500П, 1000П, Pt10, Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000	
	св. 0 до +600 °С	$\pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot t + 0,015)$ °С		10П, 50П, 100П, 500П, Pt10, Pt50, Pt100, Pt500	
	от 0 до +250 °С	$\pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot t + 0,015)$ °С		1000П, Pt1000	

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ¹⁾		Тип НСХ первичного преобразователя	В соответствии с ГОСТ
		КТ-150К/М1И, КТ-150К/М2И, КТ-200К/М1И, КТ-200К/М2И, КТ-500К/М1И, КТ-500К/М2И, КТ-650К/М1И, КТ-650К/М2И	КТ-900КИ, КТ-1100КИ		
Температура	от -50 до +250 °С включ.	±0,5 °С	±0,7 °С	S, R	Р 8.585-2001
	св. +250 до +1768,1 °С	±0,3 °С	±0,4 °С		
	от +250 до +700 °С включ.	±0,8 °С	±1 °С	B	
	св. +700 до +1820 °С	±0,3 °С	±0,4 °С	L	
	от -200 до 0 °С включ.	±0,1 °С	±0,2 °С		
	св. 0 до +800 °С	±0,1 °С	±0,1 °С	E	
	от -200 до 0 °С включ.	±0,1 °С	±0,2 °С		
	св. 0 до +1000 °С	±0,1 °С	±0,15 °С	K	
	от -200 до 0 °С включ.	±0,15 °С	±0,2 °С		
	св. 0 до +500 °С включ.	±0,1 °С		N	
	св. +500 до +1372 °С	±0,1 °С	±0,2 °С		
	от -200 до 0 °С включ.	±0,25 °С	±0,4 °С	T	
	св. 0 до +600 °С включ.	±0,1 °С	±0,15 °С		
	св. +600 до +1300 °С	±0,15 °С	±0,2 °С	J	
	от -200 до 0 °С включ.	±0,15 °С	±0,2 °С		
	св. 0 до +400 °С	±0,1 °С		M	
	от -210 до 0 °С включ.	±0,15 °С	±0,2 °С		
	св. 0 до +760 °С включ.	±0,1 °С		A-1	
	св. +760 до +1200 °С	±0,1 °С	±0,15 °С		
от -200 до +100 °С	±0,15 °С	±0,2 °С	A-2, A-3		
от 0 до +2500 °С	±0,5 °С	±0,8 °С			
от 0 до +1800 °С	±0,3 °С	±0,4 °С			
Ток	от 0 до 25 мА	±(5·10 ⁻⁵ ·I+1) мкА		с унифицированным выходным сигналом	26.011-80
Напряжение	от -100 до 100 мВ	±(5·10 ⁻⁵ · U +2) мкВ	±(7·10 ⁻⁵ · U +3) мкВ	—	—
Сопротивление	от 0 до 10 Ом включ. ²⁾	±6·10 ⁻⁴ Ом		—	—
	св. 10 до 400 Ом ²⁾	±6·10 ⁻⁵ ·R Ом			
	от 0 до 100 Ом включ. ³⁾	±6·10 ⁻³ Ом			
	св. 100 до 2000 Ом ³⁾	±6·10 ⁻⁵ ·R Ом			
¹⁾ Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности канала измерений сигналов преобразователей термоэлектрических при использовании компенсационных кабелей (из комплекта поставки) № 03 и № 04: ±0,2 °С. ²⁾ Номинальное значение сопротивления термопреобразователя сопротивления при 0 °С: 10; 50; 100 Ом. ³⁾ Номинальное значение сопротивления термопреобразователя сопротивления при 0 °С: 500; 1000 Ом.					

Таблица Б8 – Основные метрологические характеристики МИЭ КТ-900К, КТ-1100К

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений	Тип НСХ первичного преобразователя	В соответствии с ГОСТ
Температура	от 0 до +600 °С	$\pm(2,5 \cdot 10^{-5} \cdot t + 0,008)$ °С	100П, Pt100	6651-2009, Р 51233-98
	от 0 до +1800 °С	$\pm 0,2$ °С	S	Р 8.585-2001, Р 52314-2005
	от 0 до +1300 °С	$\pm 0,1$ °С	N	
Напряжение	от 0 до 50 мВ	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 1)$ мкВ	–	–
Сопротивление	от 100 до 300 Ом	$\pm 3 \cdot 10^{-5} \cdot R$ Ом	–	–

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки
ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от «__» _____ 20__ г.

Наименование и обозначение типа:

Изготовитель: ООО НПП «ЭЛЕМЕР»

Владелец:

Заводской номер:

Обозначение документа, по которому проводилась поверка:

Средства поверки:

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха _____;
- относительная влажность воздуха _____;
- атмосферное давление _____.

Результаты поверки:

Внешний осмотр средства измерений _____.

Опробование _____.

Проверка электрической прочности изоляции _____.

Проверка электрического сопротивления изоляции _____.

Проверка программного обеспечения _____.

Определение метрологических характеристик:

Наименование операции поверки	Поверяемая точка T, °C		
Температура, измеренная эталонным термометром, °C			
Температура, воспроизводимая ЭЛЕМЕР-КТ, °C			
Абсолютная погрешность воспроизведения температуры, °C			
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры, °C, в термостатирующем блоке			
Нестабильность поддержания температуры ЭЛЕМЕР-КТ, °C,			
Нестабильность поддержания температуры, °C			
Неравномерность температурного поля по высоте рабочей зоны ЭЛЕМЕР-КТ, °C			
Неравномерность температурного поля по высоте рабочей зоны, °C			
Разность температуры в каналах одного диаметра ЭЛЕМЕР-КТ, °C			
Разность температуры в каналах одного диаметра, °C			
Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95 ЭЛЕМЕР-КТ			
Доверительные границы абсолютной погрешности воспроизведения температуры при доверительной вероятности 0,95			
Результат поверки			

Заключение:

Результаты поверки ЭЛЕМЕР-КТ _____ зав. № _____ положительные.

ЭЛЕМЕР-КТ _____ зав. № _____ признан годным в качестве рабочего эталона

- единицы температуры 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.01.2026 № 147.

Поверка выполнена _____
(подпись) (И.О. Фамилия)