



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»

М.п. «» С.А. Денисенко
_____ 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Модули контроллеров универсальных КУПРИМ

Методика поверки

РТ-МП-392-201/2-2025

г. Москва
2025

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок модулей контроллеров универсальных КУПРИМ, изготовленных Публичным акционерным обществом «Приборный завод «Сигнал», г. Обнинск и Акционерным обществом «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежалея», г. Москва.

1.2 Производство серийное.

1.3 Модули контроллера универсального КУПРИМ (далее – модули КУПРИМ) предназначены для измерений напряжения и силы постоянного тока, сигналов от термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления, частоты периодических сигналов, а также формирования аналоговых выходных сигналов напряжения и силы постоянного тока.

1.4 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемых модулей КУПРИМ к государственным первичным эталонам:

– ГЭТ 4-91 ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г.;

– ГЭТ 13-2023 ГПЭ единицы электрического напряжения по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г.;

– ГЭТ 14-2014 ГПЭ единицы электрического сопротивления по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г.;

– ГЭТ 1-2022 ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.06.2022 г.

Определение метрологических характеристик модулей КУПРИМ проводят прямым методом.

1.5 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (ИК) модулей КУПРИМ (не в полном объеме) с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении её результатов.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверки контроллеров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Раздел настоящей методики	Обязательность проведения операции при поверке	
		первичной	периодической
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	3	Да	Да
Внешний осмотр	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик	9	Да	Да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 КОНТРОЛЬ УСЛОВИЙ ПОВЕРКИ (ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ)

3.1 Экспериментальные работы по определению метрологических характеристик контроллеров выполняют в следующих условиях:

- температура окружающей среды от +20 до +30 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре +20 °С до 60 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 В таблице 2 приведены метрологические и технические требования к средствам поверки.

Таблица 2 - Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹
1	2	3
п. 7, п. 9 Контроль условий поверки	Средство измерения температуры и влажности, диапазон измерений: относительной влажности от 5 до 98 %, температуры от 0 до +50 °С, Средство измерения атмосферного давления, диапазон измерений атмосферного давления: от 70,0 до 120,0 кПа	Измеритель-регистратор параметров микроклимата «ТКА-ПКЛ», рег. № 76454-19
п. 9.2 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения не ниже 3-ого разряда по государственной поверочной схеме (ГПС), утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г. в диапазоне от -8,095 мВ до +10 В	Калибратор многофункциональный BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13
	Рабочий эталон единицы силы постоянного тока не ниже 2-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г. в диапазоне 0 до 20 мА	
	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 4-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г. в диапазоне от 17,24 до 395,16 Ом	
	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения не ниже 3-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г. в диапазоне от 10 до 36 В	Калибратор многофункциональный Fluke 5720A, рег. № 52495-13
	Рабочий эталон единицы частоты не ниже 5-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.06.2022 г. в диапазоне от 1 Гц до 1 МГц	Генератор сигналов произвольной формы Agilent 33220A, рег. № 32993-09
Примечания		
1 рег. № - регистрационный номер средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ).		

4.2 Допускается использовать иные средства поверки, не приведенные в таблице 2, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, в том числе обеспечивающие прослеживаемость в соответствии с ГПС, действующими на момент проведения поверки.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Эталоны единиц величин, должны быть аттестованы в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки модулей КУПРИМ должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные нормативными документами и требования безопасности, указанные в технической документации на СИ, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверяют целостность корпусов и отсутствие видимых повреждений модулей КУПРИМ.

6.1.2 Проверяют отсутствие следов коррозии и нагрева в местах подключения проводных линий.

6.2 При обнаружении несоответствий по п. 6.1 дальнейшие операции по поверке контроллеров прекращают до устранения выявленных несоответствий.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

7.1 Для проведения поверки проверяют наличие и изучают следующие документы:

- эксплуатационная документация на модули КУПРИМ;
- описание типа модулей КУПРИМ.

7.2 Перед началом поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них;
- измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления.

7.3 Опробование

- проверяют возможность включения, выключения и функционирования модулей КУПРИМ;
- проверяют визуализацию измеряемых параметров на дисплее ПК;
- проводят проверки работоспособности функций модулей КУПРИМ, которые совмещают с проведением экспериментальных проверок по п. 9 настоящей методики

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

8.1 Сравнивают идентификационные данные программного обеспечения (ПО) модулей КУПРИМ, с данными, приведёнными в разделе «Программное обеспечение» описания типа.

8.2 Модули КУПРИМ признают прошедшими идентификацию ПО, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в разделе «Программное обеспечение» описания типа.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

9.1 Проводят экспериментальное определение метрологических характеристик модулей КУПРИМ по п. 9.2 при измерении напряжения и силы постоянного тока, сигналов от термопреобразователей сопротивления, частоты периодических сигналов, по п. 9.3 при измерении сигналов от термоэлектрических преобразователей, и по п. 9.4 при формировании аналоговых выходных сигналов напряжения и силы постоянного тока.

9.2 Экспериментальное определение МХ при измерении напряжения и силы постоянного тока, сигналов от термопреобразователей сопротивления, частоты периодических сигналов и количества импульсов проводят в изложенной ниже последовательности:

- выбирают не менее 5 проверяемых точек $X_{BX,i}$ (0-5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95-100 % от диапазона);

- на вход модуля КУПРИМ подают от эталонного прибора значение X_i в зависимости от экспериментально определяемой характеристики, соответствующее проверяемой точке $X_{BX,i}$. Для ИК измерений сигналов от ТС выбирают на калибраторе соответствующую градуировку. Для ИК измерений частоты периодических сигналов задают сигнал формы меандр с амплитудой до 2,5 В;

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{ВЫХ,i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее ПК, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i :

$$\Delta_i = X_{ВЫХ,i} - X_{BX,i} \quad (1)$$

- при измерении напряжения постоянного тока и силы постоянного тока для каждой проверяемой точки рассчитывают значения приведенной погрешности γ_i :

$$\gamma_i = \frac{\Delta_i}{X_{\text{диап}}} \cdot 100\%, \text{ где} \quad (2)$$

где $X_{\text{диап}}$ – диапазон измерений.

- заносят в протокол значения $X_{BX,i}$, $X_{ВЫХ,i}$, Δ_i , γ_i (при расчёте);

- сопоставляют Δ_i или γ_i с МХ модуля КУПРИМ Δ_K или γ_K (указаны в приложении А). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta_K|$ или $|\gamma_i| < |\gamma_K|$, то модуль КУПРИМ считают прошедшим поверку.

9.3 Экспериментальное определение МХ при измерении сигналов от термоэлектрических преобразователей проводят в изложенной ниже последовательности:

- выбирают не менее 5 проверяемых точек $X_{BX,i}$ (0-5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95-100 % от диапазона);

- выбирают на калибраторе градуировку термопары соответствующего типа, устанавливают на калибраторе температуру канала компенсации холодного спая, равную 0 °С;

- отключают ИК компенсации холодного спая;

- на вход модуля КУПРИМ подают от эталонного прибора значение X_i в режиме имитации сигналов термопар, соответствующее проверяемой точке $X_{BX,i}$.

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{\text{вых},i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее ПК, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1)
- заносят в протокол значения $X_{\text{вх},i}$, $X_{\text{вых},i}$, Δ_i ;
- сопоставляют Δ_i с МХ модуля КУПРИМ Δ_K (указаны в описании типа СИ). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta_K|$, то модуль КУПРИМ считают прошедшим поверку.

9.4 Экспериментальное определение МХ при формировании аналоговых выходных сигналов напряжения и силы постоянного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

- выбирают не менее 5 проверяемых точек $X_{\text{вх},i}$ (0-5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95-100 % от диапазона);
- с помощью модуля КУПРИМ подают на вход эталонного прибора значение X_i в зависимости от экспериментально определяемой характеристики, соответствующее проверяемой точке $X_{\text{вх},i}$.
- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{\text{вых},i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее эталонного прибора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);
- для каждой проверяемой точки рассчитывают пределы приведенной погрешности γ_i согласно формуле (2);
- заносят в протокол значения $X_{\text{вх},i}$, $X_{\text{вых},i}$, Δ_i , γ_i ;
- сопоставляют γ_i с МХ модуля КУПРИМ γ_K (указаны в описании типа СИ). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\gamma_i| < |\gamma_K|$, то модуль КУПРИМ считают прошедшим поверку.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Результаты экспериментального определения метрологических характеристик модуля КУПРИМ считают положительными, если каждый ИК модуля КУПРИМ прошел экспериментальное определение погрешности по пп. 9.2 - 9.4 настоящей методики с положительным результатом.

10.2 Для оформления положительных результатов поверки модуль КУПРИМ должен пройти п. 6.1, п. 7.3 и п. 8 настоящей методики с положительным результатом.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки направляются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдаётся:

– в случае положительных результатов поверки – свидетельство о поверке установленного образца;

– в случае отрицательных результатов поверки – извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

Заместитель начальника центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Ю.А. Шатохина

Заместитель начальника отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

 Е.И. Кириллова

Инженер 2 кат. отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 А.А. Гмызин

Приложение А

Метрологические характеристики модулей контроллеров универсальных КУПРИМ.

Таблица 1А - Метрологические характеристики модулей КУПРИМ.

Тип модуля	Количество ИК	Диапазон измерений ¹	Пределы допускаемых основных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных погрешностей
МПА	8	от 0 до 20 мА; от 0 до 10 В	$\gamma = \pm 0,05 \%$	$\gamma = \pm 0,075 \%$ /10 °С
МВА	8	от 0 до 20 мА; от 0 до 10 В	$\gamma = \pm 0,1 \%$	$\gamma = \pm 0,05 \%$ /10 °С $\gamma = \pm 0,15 \%$ /10 °С
МР	2	от 18 до 36 В	$\Delta = \pm 0,5 \text{ В}$	$\Delta = \pm 0,2 \text{ В}$ /10 °С
МПИ-У	8	от 1 Гц до 1 МГц	$\Delta = \pm 1,0 \text{ Гц}$	$\Delta = \pm 1,5 \text{ Гц}$ /10 °С
МРТ	8	См. таблицы 2А-3А		
Нормальные условия эксплуатации:				
- температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре +20°С, % - атмосферное давление, кПа				от 20 до +30 до 60 от 84,0 до 106,7
Примечания: В таблице приняты следующие обозначения: γ – пределы допускаемых приведенных к диапазону измерений погрешностей Δ – пределы допускаемых абсолютных погрешностей 1 – для МВА – диапазон воспроизведений				

Таблица 2А – Метрологические характеристики модулей МРТ в части АЦП сигналов от термоэлектрических преобразователей (ТП) по ГОСТ Р 8.585

Тип ТП	Диапазон измерений	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей
А1	от 0 до 2500 °С	$\pm 2,5 \text{ °С}$	$\pm 1,25 \text{ °С}$ / 10 °С
В	от 250 до 1820 °С	$\pm 2,0 \text{ °С}$	$\pm 1,00 \text{ °С}$ / 10 °С
Ж	от -210 до +1200 °С	$\pm 1,0 \text{ °С}$	$\pm 0,75 \text{ °С}$ / 10 °С
К	от -200 до +1372 °С	$\pm 1,0 \text{ °С}$	$\pm 0,75 \text{ °С}$ / 10 °С
Л	от -200 до +800 °С	$\pm 0,8 \text{ °С}$	$\pm 0,75 \text{ °С}$ / 10 °С
С	от -50 до +1760°С	$\pm 1,5 \text{ °С}$	$\pm 1,00 \text{ °С}$ / 10 °С
Нормальные условия эксплуатации:			
- температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре +20°С, % - атмосферное давление, кПа			от 20 до 30 до 60 от 84,0 до 106,7

Таблица 3А –Метрологические характеристики модулей МПТ в части АЦП сигналов от термопреобразователей сопротивлений (ТС) по ГОСТ 6651

Тип ТС	Диапазон измерений	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей			Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей
		4-х проводная схема подкл.	3-х проводная схема подкл.	2-х проводная схема подкл.	
50П ($\alpha=0,00391$)	от -200 до +850 °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,4$ °С	$\pm 0,5$ °С	$\pm 0,2$ °С / 10 °С
100П ($\alpha=0,00391$)	от -200 до +850 °С	$\pm 0,5$ °С	$\pm 0,5$ °С	$\pm 0,5$ °С	$\pm 0,3$ °С / 10 °С
Pt100 ($\alpha=0,00385$)	от -200 до +850 °С	$\pm 0,5$ °С	$\pm 0,5$ °С	$\pm 0,5$ °С	$\pm 0,3$ °С / 10 °С
50М ($\alpha=0,00428$)	от -180 до +200 °С	$\pm 0,2$ °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,1$ °С / 10 °С
100М ($\alpha=0,00428$)	от -180 до +200 °С	$\pm 0,2$ °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,1$ °С / 10 °С
50М ($\alpha=0,00426$)	от -50 до +200 °С	$\pm 0,2$ °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,1$ °С / 10 °С
100М ($\alpha=0,00426$)	от -50 до +200 °С	$\pm 0,2$ °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,1$ °С / 10 °С
Нормальные условия эксплуатации:					
- температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре +20°С, % - атмосферное давление, кПа				от 20 до 30 до 60 от 84,0 до 106,7	