

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы
(ВНИИМС)

РЕКОМЕНДАЦИЯ

**Государственная система обеспечения единства измерений.
Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных,
управляющих, программно-технических комплексов.
Методика поверки.**

МИ 2539-99

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1 РАЗРАБОТАНА Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС) Госстандарта России

2 ИСПОЛНИТЕЛИ: Тронова И.М.

3 УТВЕРЖДЕНА ВНИИМС 16.06.99 г.

4 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС 18.06.99 г.

5 ВВОДИТСЯ ВПЕРВЫЕ

6 ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НД, на который дана ссылка	Номер пункта, приложения
ПР 50.2.012-94	3.1
ГОСТ 12.2.007.0-75	4.1
ГОСТ 12.1.019-79	4.1
ГОСТ 12.2.091-94	4.1
РД 50-453-84	5.2
ГОСТ 22261-94	6.2
МИ 1202-86	6.4.1
ГОСТ Р 50431-92	6.5.2, 6.5.5, 6.5.6
ГОСТ 6651-94	6.5.6, 6.6.2
ПР 50.2.006-94	8.1, 8.2

Настоящая рекомендация распространяется на измерительные каналы (далее - ИК) контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов с входными и выходными электрическими сигналами, для которых нормированы пределы допускаемых погрешностей без нормирования в отдельности характеристик систематической и случайной составляющих погрешности, и устанавливает требования к методике их поверки или калибровки.

Далее в тексте применяется термин "поверка", под которым подразумевается и поверка, и калибровка.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 Перечень операций, которые проводят при поверке ИК, приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Обязательность проведения при проверке		Номер пункта настоящей рекомендации
	первичной	периодической	
1 Внешний осмотр	да	да	6.1
2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	да	да ¹	6.2
3 Опробование	да	да	6.3
4 Проверка погрешности ИК преобразования сигналов напряжения или силы постоянного тока, сопротивления и частоты в код	да	да	6.4
5 Проверка погрешности ИК преобразования сигналов термопар	да	да	6.5
6 Проверка погрешности ИК преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления	да	да	6.6
7 Проверка погрешности ИК преобразования кода в сигналы напряжения или силы постоянного тока	да	да	6.7
8 Проверка погрешности ИК счета импульсов	да	да	6.8

Примечания

- 1 При периодической проверке выполняют только проверку сопротивления изоляции.
2 Операции по пп. 4...8 могут выполняться в любой последовательности.
3 После ремонта или замены любого измерительного компонента ИК поверку канала выполняют по пунктам первичной поверки.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проверке погрешности ИК аналого-цифрового преобразования, на вход которых поступают сигналы напряжения или силы постоянного тока, в качестве эталона для задания входного сигнала используют калибратор напряжения или силы постоянного тока, соответственно, имеющий в диапазоне значений задаваемого входного сигнала абсолютную погрешность в условиях поверки не более $1/5$ абсолютной погрешности проверяемого ИК, например В1-13, В1-28 или им подобные.

Примечание. При невозможности выполнения соотношения " $1/5$ " допускается использовать эталоны с упомянутым соотношением до " $1/3$ ", при этом погрешность ИК не должна выходить за границы, равные $0,8$ от предела допускаемой погрешности ИК.

2.2 При проверке погрешности ИК аналого-цифрового преобразования, предназначенных для работы с преобразователями сопротивления или термопреобразователей сопротивления, в качестве эталона для задания входного сигнала используют магазин сопротивлений, имеющий в диапазоне задаваемого входного сигнала абсолютную погрешность не более $1/5$ абсолютной погрешности проверяемого ИК, например Р327, МСР-60М или им подобные (см. примечание к п. 2.1).

2.3 При проверке погрешности ИК цифро-аналогового преобразования, предназначенных для воспроизведения сигналов напряжения или силы постоянного тока, в качестве эталона для измерений выходного сигнала используют вольтметр или амперметр, соответственно, имеющий в диапазоне измеряемого сигнала абсолютную погрешность не более $1/5$ абсолютной погрешности проверяемого ИК, например В1-28 или подобный (см. примечание к п. 2.1).

2.4 При проверке погрешности ИК, предназначенных для преобразования частоты синусоидальных сигналов, частоты следования импульсов или их счета, требования к эталонам для задания входного сигнала аналогичны требованиям, изложенным в п. 2.1 настоящей рекомендации. В качестве эталонов используют синтезатор частоты Ч6-58, частотомер электронно-счетный ЧЗ-38, генератор импульсов Г5-60 или им подобные.

2.5 Дискретность регулирования сигналов от эталонов, подаваемых на входы ИК, и разрешающая способность эталонов при измерении аналоговых сигналов на выходах ИК, не должна превышать $0,3$ номинальной ступени квантования испытываемого ИК.

2.6 Для измерений температуры в точке подсоединения холодного спая термопары в качестве эталона используют термометр с абсолютной погрешностью не более $0,1^{\circ}\text{C}$, например

ТЛ-4 или подобный.

2.7 Для измерения интервала времени счета импульсов используют секундомер, например СДС.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К поверке ИК допускают лиц, освоивших работу с контроллером (комплексом) и используемыми эталонами, изучивших настоящую рекомендацию, аттестованных в соответствии с ПР 50.2.012-94 "ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений" (данное требование не распространяется на калибровку) и имеющих достаточную квалификацию для выбора методики проверки погрешности (п. 6.4.2 настоящей рекомендации); выбора соответствующих эталонов (пп. 2.1...2.5 настоящей рекомендации); выбора проверяемых точек (п. 6.4.1 настоящей рекомендации).

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, предусмотренные "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (изд. 3), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94, и требования безопасности, указанные в технической документации на контроллеры (комплексы), применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

Персонал, проводящий поверку, проходит инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеет группу по технике электробезопасности не ниже 2-й.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

5.1 Потребитель, предъявляющий контроллер (комплекс) на поверку, представляет (по требованию организации, проводящей поверку) следующие документы:

- настоящую рекомендацию и (при наличии) документ, конкретизирующий настоящую рекомендацию применительно к конкретному типу контроллера (комплекса), утвержденный в установленном порядке;
- эксплуатационную документацию на контроллер (комплекс);
- перечень ИК, подлежащих поверке;
- протокол предшествующей поверки ИК контроллера (комплекса);
- техническую документацию и свидетельства о поверке эталонов (в случае использования при поверке эталонов потребителя).

5.2 Поверяемые контроллеры (комплексы) и эталоны в процессе поверки находятся в нормальных условиях согласно технической документации на эти средства измерений.

Примечание. При невозможности обеспечения нормальных условий поверку проводят в фактических условиях эксплуатации. Условия поверки ИК контроллеров (комплексов) на месте эксплуатации не должны выходить за пределы рабочих условий, указанных в технической документации на контроллеры (комплексы) и эталоны. В этом случае должны быть рассчитаны пределы допускаемых погрешностей ИК контроллеров (комплексов) и эталонов (по РД 50-453-84) для фактических условий поверки и проверено выполнение требований пп. 2.1...2.4 настоящей рекомендации.

5.3 Перед началом поверки поверитель изучает документы, указанные в п. 5.1 и правила техники безопасности.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре контроллеров (комплексов) проверяют маркировку, наличие необходимых надписей на наружных панелях, комплектность, состояние коммуникационных и энергетических линий связи (шин, кабелей), отсутствие механических повреждений.

Не допускают к дальнейшей поверке контроллеры (комплексы), у которых обнаружено неудовлетворительное крепление разъемов, грубые механические повреждения наружных частей, обугливание изоляции и прочие повреждения.

6.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции

Электрическую прочность и сопротивление изоляции проверяют в соответствии с ГОСТ 22261-94 и технической документацией на контроллер (комплекс).

6.3 Опробование

6.3.1 Поверяемый контроллер (комплекс) и эталоны после включения в сеть прогревают в течение времени, указанного в эксплуатационной документации.

6.3.2 Опробование контроллера (комплекса) проводят в соответствии с руководством по эксплуатации. Допускается совмещать опробование с процедурой проверки погрешности ИК.

6.4 Проверка погрешности ИК аналого-цифрового преобразования сигналов напряжения или силы постоянного тока, сопротивления и частоты в код

6.4.1 Проверку погрешности ИК выполняют не менее, чем в 5 точках i , равномерно распределенных в пределах диапазона преобразования.

Примечания

1 Если в ИК используется аналого-цифровой преобразователь поразрядного уравнивания без защиты от пропуска кодов, число проверяемых точек может быть увеличено в соответствии с МИ 1202-86.

2 Если однотипные ИК имеют параллельно-последовательную структуру (коммутатор - аналого-цифровой преобразователь), при наличии в ИК более двух входов допускается проводить проверку погрешности в 5 точках для двух входов (любых или, при наличии результатов предыдущей проверки, имевших наибольшие по абсолютной величине погрешности), а для остальных входов того же экземпляра ИК - в 3-х точках $i = 1, 3, 5$.

6.4.2 Проверку погрешности ИК, реализующих аналого-цифровое преобразование, выполняют одним из следующих способов:

- контроль погрешности ИК на соответствие нормированным в документации пределам по методике, изложенной в п. 6.4.2.1, если выполняются неравенства

$$Q < |\Delta| < 5Q;$$

- определение погрешности ИК и сравнение с нормированными в документации пределами по методике, изложенной в п. 6.4.2.2, если выполняется неравенство

$$|\Delta| \geq 5Q,$$

где Q - номинальная ступень квантования (единица наименьшего разряда), выраженная в единицах электрической величины, поступающей на входверяемого ИК;

Δ - предел допускаемой абсолютной погрешностиверяемого ИК, выраженный в единицах электрической величины, подаваемой на вход ИК.

6.4.2.1 Для каждойверяемой точки i выполняют следующие операции:

- вычисляют значения контрольных сигналов по формулам

$$|X_{k1i}| = |X_i| - |\Delta_i|; |X_{k2i}| = |X_i| + |\Delta_i|,$$

где X_{k1i} , X_{k2i} - контрольные сигналы, выраженные в единицах электрической величины, подаваемой на вход ИК;

X_i - значение входного сигнала ИК в единицах электрической величины в i -йверяемой точке;

Δ_i - предел допускаемой абсолютной погрешностиверяемого ИК в i -йверяемой точке, выраженный в единицах электрической величины, поступающей на вход ИК.

- устанавливают значение величины, подаваемой на входверяемого ИК, равным X_{k1i} ;

- наблюдают не менее 4-х отсчетов $Y_{ij}(X_{k1i})$, $j = 1, 2, 3, 4$, на выходеверяемого ИК;

- если хотя бы один из отсчетов $Y_{ij}(X_{k1i})$ (значение Y_{ij} выражают в единицах подаваемого входного сигнала) удовлетворяет неравенству $|Y_{ij}(X_{k1i})| \geq |X_i|$,веряемый ИК бракуют, т.к. погрешность вверяемой точке превышает предел допускаемых значений.

В противном случае переходят к выполнению следующей операции:

- устанавливают значение величины, подаваемой на входверяемого ИК, равным X_{k2i} ;

- наблюдают не менее 4-х отсчетов $Y_{ij}(X_{k2i})$, $j = 1, 2, 3, 4$, на выходеверяемого ИК;

- если хотя бы один из отсчетов $Y_{ij}(X_{k2i})$ (значение Y_{ij} выражают в единицах подаваемого входного сигнала) удовлетворяет неравенству $|Y_{ij}(X_{k2i})| \leq |X_i|$,веряемый ИК бракуют.

В противном случае ИК признают годным.

6.4.2.2 Для каждойверяемой точки i выполняют следующие операции:

- устанавливают значение величины, подаваемой на входверяемого ИК, равным X_i ;

- наблюдают не менее 4-х отсчетов Y_{ij} , $j = 1, 2, 3, 4$, на выходе поверяемого ИК;
- за оценку абсолютной погрешности Δ_{ci} ИК в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле

$$\Delta_{ci} = \max \{|Y_{ij} - X_i|\},$$

где Y_{ij} выражено в единицах подаваемого входного сигнала;
 - если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство $\Delta_{ci} \geq |\Delta_i|$, поверяемый ИК бракуют.

В противном случае ИК признают годным.

6.5 Проверка погрешности ИК преобразования сигналов термопар

6.5.1 Требования раздела распространяют на проверку погрешности ИК, осуществляющих преобразование сигнала постоянного напряжения от термопары в значение кода, соответствующего температуре.

6.5.2 При нормированных в отдельности пределах допускаемых погрешностей канала преобразования сигнала термопары и канала компенсации температуры холодного спая (T_{xc}) термопары, проверку погрешности канала преобразования проводят в режиме $T_{xc}=0$ °С, в изложенной ниже последовательности:

- выбирают проверяемые точки X_i (п. 6.4.1 настоящей рекомендации), равномерно распределенные по диапазону измеряемой величины (температуры) и записывают значения в °С;
- находят для соответствующего типа термопар по таблицам ГОСТ Р 50431-92 значения термоэдс U_i в мВ для температур X_i .

Далее выполняют операции по п. 6.4.2.1 или п. 6.4.2.2.

6.5.3 Для проверки погрешности канала компенсации со встроенным термочувствительным преобразователем (термопреобразователем сопротивления) измеряют температуру T_{xc} вблизи места подключения холодных спаев термопар и сравнивают с показанием на выходе поверяемого канала. При отсутствии возможности считывать показание на выходе канала компенсации выполняют проверку суммарной погрешности каналов преобразования сигнала термопары и компенсации температуры холодного спая по п. 6.5.5, при этом норма на суммарную погрешность определяется как сумма нормированных погрешностей канала преобразования сигнала термопары и канала компенсации температуры холодного спая термопары.

6.5.4 Проверку погрешности канала компенсации без встроенного термочувствительного преобразователя (термопреобразователя сопротивления) выполняют по п. 6.6.2 в 3-х точках $i=1, 3, 5$. При отсутствии возможности считывать показание на выходе канала компенсации выполняют проверку суммарной погрешности каналов преобразования сигнала термопары и компенсации температуры холодного спая по п. 6.5.6.

6.5.5 При нормированном пределе допускаемой погрешности для канала преобразования сигнала термопары с учетом погрешности канала компенсации температуры холодного спая термопары (со встроенным термочувствительным преобразователем) проверку погрешности проводят в изложенной ниже последовательности:

- выбирают проверяемые точки X_i (п. 6.4.1 настоящей рекомендации), равномерно распределенные по диапазону измеряемой величины (температуры) и записывают значения в °С;
- находят для соответствующего типа термопар по таблицам ГОСТ Р 50431-92 значения термоэдс U_i в мВ для температур X_i ;
- измеряют температуру T_{xc} вблизи места подключения холодных спаев термопар испытуемого канала;
- находят по таблицам ГОСТ Р 50431-92 значение термоэдс U_{xc} , в мВ, соответствующей температуре холодного спая T_{xc} ;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают в мВ значения $X_i = (U_i - U_{xc})$.

Далее выполняют операции по п. 6.4.2.1 или п. 6.4.2.2.

6.5.6 При нормированном пределе допускаемой погрешности для канала преобразования сигнала термопары с учетом погрешности канала компенсации температуры холодного спая термопары (без встроенного термочувствительного преобразователя термопреобразователя сопротивления) проверку погрешности проводят для 3-х значений T_{xc} , равномерно распределенных по диапазону температур канала компенсации в изложенной ниже последовательности:

- выбирают следующие проверяемые точки X_i , (п. 6.4.1 настоящей рекомендации) по

диапазону измеряемой величины (температуры): для первого значения T_{xc1} - точки $i = 1, 2, 4$, для второго значения T_{xc2} - точки $i = 1, 2, 5$, для третьего значения T_{xc3} - точки $i = 1, 3, 5$, и записывают значения в $^{\circ}\text{C}$;

- находят для соответствующего типа термодатчиков по таблицам ГОСТ Р 50431-92 значения термоэдс U_i в мВ для температур X_i ;

- для соответствующего типа термопреобразователя сопротивления, с которым может работать канал компенсации, находят по таблицам ГОСТ 6651-94 значение сопротивления в Ом для температуры T_{xc} и подают это значение сопротивления магазином сопротивлений на вход канала компенсации - находят по таблицам ГОСТ Р 50431-92 значение термоэдс U_{xc} , в мВ, соответствующей температуре холодного спая T_{xc} ;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают в мВ значения $X_i = (U_i - U_{xc})$.

Далее выполняют операции по п. 6.4.2.1 или п. 6.4.2.2.

6.6 Проверка погрешности ИК преобразования сигналов термопреобразователей сопротивления

6.6.1 Требования раздела распространяют на проверку погрешности ИК, осуществляющих преобразование сопротивления термопреобразователей сопротивления в значение кода, соответствующего температуре.

6.6.2 Проверку погрешности проводят в изложенной ниже последовательности:

- выбирают проверяемые точки X_i (п. 6.4.1 настоящей рекомендации), равномерно распределенные по диапазону измеряемой величины (температуры) и записывают значения в $^{\circ}\text{C}$;

- находят для соответствующего типа термопреобразователей сопротивления по таблицам ГОСТ 6651-94 значения сопротивлений в Ом для температур X_i .

Далее выполняют операции по п. 6.4.2.1 или п. 6.4.2.2.

6.7 Проверка погрешности ИК цифро-аналогового преобразования кода в сигналы напряжения или силы постоянного тока

6.7.1. Проверку (определение) погрешности ИК выполняют не менее, чем в 5 точках i , равномерно распределенных в пределах диапазона преобразования при нагрузке, указанной в документации (номинальной, или, в случае нормированного диапазона, минимальной для выхода напряжения и максимальной для выхода тока).

6.7.2 Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

- устанавливают входной код N_i , соответствующий i -й проверяемой точке и измеряют значение выходного сигнала Y_i ;

- за оценку абсолютной погрешности Δ_{ci} ИК в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле

$$\Delta_{ci} = Y_i - Y(N_i),$$

где $Y(N_i)$ - номинальное значение выходного сигнала, соответствующее входному коду;

- если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство $|\Delta_{ci}| \geq |\Delta_i|$, проверяемый ИК бракуют.

В противном случае ИК признают годным.

6.8 Проверка погрешности ИК счета импульсов.

6.8.1 Проверку (определение) погрешности ИК выполняют не менее, чем в 3 точках i , равномерно распределенных в пределах диапазона частот следования импульсов (или для каждой фиксированной частоты, в случае нормированных в документации фиксированных частотах следования импульсов).

6.8.2 Для каждой проверяемой точки выполняют следующие операции:

- для каждой проверяемой точки вычисляют время счета импульсов t по формуле

$$t > N/f,$$

где N - количество импульсов (объем счетчика), относительно которого нормирована допустимая погрешность ИК;

f - частота следования импульсов;

- подают на вход проверяемого ИК последовательность импульсов от эталонного генератора, предусмотрев синхронизацию начала счета и запуска генератора, частота которого при необходимости контролируется частотомером, и фиксируют время t_n начала счета и количество импульсов ИК и генератора в момент времени t_n ;

- в момент времени $t_k = t + t_n$ фиксируют количество импульсов ИК и генератора;

- рассчитывают погрешность ИК.

ИК признают годным, если в каждой проверяемой точке рассчитанная погрешность ИК не превышает по абсолютной величине пределы допускаемой погрешности ИК, указанной в технической документации.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке согласно ПР 50.2.006-94 "ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения" и ИК допускают к эксплуатации.

7.2 При отрицательных результатах поверки свидетельство о предыдущей поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности ПР 50.2.006-94.