

Федеральное государственное унитарное предприятие
всероссийский научно-исследовательский институт
метрологической службы (ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

« 14 » 02 2020 г.

Измерители-регуляторы серии ECD и ECV

Методика поверки

26.51.70-001-12241237-2017 МП

Москва 2020 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методика поверки устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок измерителей-регуляторов серии ECD и ECV, изготавливаемых ООО «ЭЛХАРТ», г. Краснодар.

Измерители-регуляторы серии ECD и ECV предназначены для измерения аналоговых сигналов силы и напряжения постоянного тока, сигналов от термопреобразователей сопротивления и термопар, преобразований их в цифровой код и отображений на дисплее текущего значения измеряемых величин.

Производство - серийное. Метрологические характеристики (МХ) и основные технические характеристики измерителей-регуляторов серии ECD и ECV приведены в описании типа.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (ИК) и ИК предназначенных для измерений нескольких величин, но используемых для измерений меньшего числа величин, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке (или паспорте) информации об объеме проведенной поверки.

Допускается при проведении поверки считывать и передавать данные по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU).

Допускается применение испытательного оборудования, аттестованного в установленном порядке, при проведении поверки на предприятии-изготовителе.

Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации. После ремонта, если эти события могли повлиять на метрологические характеристики ИК, проводят первичную поверку.

Интервал между поверками - 4 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

№	Наименование операции	Раздел методики поверки	Обязательность проведения при	
			первичной поверке	периодич. поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование	7.2	Да	Да
3	Проверка ИК	7.3	Да	Да
4	Подтверждение соответствия программного обеспечения	8	Да	Да
5	Оформление результатов поверки	9	Да	Да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 В таблице 2 приведены рекомендуемые средства поверки.

Таблица 2 - Рекомендуемые средства поверки

№ п/п	Наименование
1	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 20580-06. Диапазон воспроизведения и измерения сигналов силы постоянного тока от 0 до 25 мА, погрешность $\pm(0,02\% \text{ показаний} + 2 \text{ мкА})$; диапазон воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока от -10 до +100 мВ, погрешность $\pm(0,014\% \text{ показаний} + 6 \text{ мкВ})$; диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока до 12 В, погрешность $\pm 4 \text{ мВ}$; диапазон воспроизведения сопротивления от 0 до 320 Ом, погрешность $\pm 0,025 \text{ Ом}$. Диапазон измерения силы постоянного тока от 0 до 25 мА с погрешностью $\pm(0,02\% \text{ показаний} + 2 \text{ мкА})$.
2	Магазин сопротивлений Р4831, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 48930-12. Класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$ с диапазоном установки от 0,001 до 10000,0 Ом.
3	Термогигрометр ИВА-6А, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 46434-11. Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры $\pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ в диапазоне от -20 до +60 $^\circ\text{C}$; пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении влажности $\pm 2\%$ в диапазоне от 0 до 90 %.
4	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 5738-76. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,2 \text{ кПа}$ в диапазоне от 80 до 106 кПа.

Примечание - средство поверки 3 используется для контроля условий поверки и проверки погрешности канала компенсации температуры холодного спая (п. 7.3.4), средство поверки 4 используется для контроля условий поверки

3.2 Допускается использовать иные средства поверки, не приведенные в таблице 2, при соблюдении следующих условий:

- погрешность средств поверки, используемых для экспериментальных проверок погрешности, не должна быть более 1/5 предела контролируемого значения погрешности в условиях поверки;

- допускается использовать средства поверки, используемые для экспериментальных проверок погрешности, имеющие пределы допускаемых значений погрешности не более 1/3 пределов контролируемых значений погрешности в условиях поверки, в этом случае должен быть введен контрольный допуск, равный 0,8 (см. МИ 187-86, МИ 188-86);

- погрешность средств поверки, используемых для контроля условий поверки, не должна превышать погрешность средств поверки, указанных в таблице 2.

3.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», указаниями по безопасности, изложенными в эксплуатационной документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже 2-й.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Экспериментальные работы по подтверждению метрологических характеристик ИК выполняют в условиях эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

5.2 Контроль климатических условий проводится непосредственно перед проведением и в процессе выполнения экспериментальных работ.

5.3 При невозможности обеспечения условий поверки в соответствии с п.5.1 поверку проводят в фактических условиях эксплуатации. Условия поверки на месте эксплуатации не должны выходить за пределы рабочих условий, указанных в технической документации на измерители-регуляторы серии ECD и ECV и эталоны. В этом случае должны быть рассчитаны пределы допускаемых погрешностей ИК и эталонов для фактических условий поверки и проверено выполнение требований пп. 3.1 — 3.2 настоящей методики.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки представляют следующие документы:

- руководство по эксплуатации;
- описание типа.

6.2 На месте эксплуатации 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.

6.3 Перед началом поверки поверяемые приборы и средства поверки после включения в сеть прогревают в течение времени, указанного в эксплуатационной документации.

6.4 Перед началом поверки необходимо произвести сброс прибора на заводские настройки в соответствии с руководством по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Проверяют отсутствие механических повреждений технических средств в составе ИК, которые могут влиять на их работоспособность и метрологические характеристики.

7.1.2 Проверяют наличие панельных надписей и маркировок, их соответствие технической документации.

7.1.3 При обнаружении несоответствий по п. 7.1 дальнейшие операции по поверке ИК прекращают до устранения выявленных несоответствий.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании производится проверка индикации символов на дисплее, проверка работоспособности элементов управления (кнопок) и при необходимости проверка интерфейса связи (RS-485). Назначение кнопок и сетевые параметры приведены в руководстве по эксплуатации.

Допускается совмещать опробование с процедурой проверки ИК.

7.3 Проверка ИК

7.3.1 Проверка погрешности каналов преобразования унифицированных сигналов тока и напряжения

Рекомендуемые настройки параметров приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Рекомендуемые настройки параметров

Наименование параметра	Значение
Наклон характеристики измерительного входа	1,000
Сдвиг характеристики измерительного входа	0,0
Верхнее значение пользовательского диапазона (Y_B)	100,0
Нижнее значение пользовательского диапазона (Y_H)	00,00
Положение десятичной точки	2

Проверка погрешности ИК с линейной зависимостью выходного кодового сигнала от входного аналогового сигнала постоянного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

– выбирают 5 проверяемых точек X_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных по диапазону унифицированного сигнала тока или напряжения (0-5%, 25%, 50%, 75%, 95-100% от диапазона измерений).

– на вход ИК (для каждой проверяемой точки) подают от калибратора значение сигнала X_i ;

– считывают значение выходного сигнала Y_i ИК в единицах диапазона, заданного пользователем;

– приводят полученное значение Y_i к значению Z_i , соответствующему диапазону унифицированного сигнала по формуле:

$$Z_i = \frac{(X_B - X_H)}{(Y_B - Y_H)} \cdot (Y_i - Y_H) + X_H \quad (1)$$

где:

X_B — верхнее значение диапазона измерений унифицированного сигнала тока или напряжения, в ед. изм. величины;

X_H — нижнее значение диапазона измерений унифицированного сигнала тока или напряжения, в ед. изм. величины;

Y_B — верхнее значение диапазона преобразования унифицированного сигнала тока или напряжения в цифровой код, заданного пользователем;

Y_H — нижнее значение диапазона преобразования унифицированного сигнала тока или напряжения в цифровой код, заданного пользователем;

– для диапазона измерений рассчитывают предел допускаемой абсолютной погрешности D_{pi} ИК в реальных условиях поверки, выраженной в единицах измеряемого физического параметра по формуле:

$$\pm D_{pi} = \frac{\gamma \cdot (X_B - X_H)}{100} \quad (2)$$

где:

γ — предел допускаемой основной приведенной погрешности преобразования (приведенной к диапазону), в %;

– для каждой проверяемой точки рассчитывают значение погрешности по формуле

$$D_i = Z_i - X_i \quad (3)$$

– полученные значения заносят в таблицу, составленную по форме таблицы 4;

– если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|D_i| \leq |D_{pi}|$, ИК признают годным.

Таблица 4 - Форма таблицы протокола

Тип унифицированного сигнала _____

Диапазон измеряемого физического параметра, в ед. диап. пользователя: $Y_H =$, $Y_B =$

i	Проверяемая точка		Z _i , в ед. изм. величины	D _i , в ед. изм. величины	D _{pi} , в ед. изм. величины	Заклучение
	X _i , в ед. изм. величины	Y _i , в ед. диап. пользователя				
1						
2						
3						
4						
5						

7.3.2 Проверка погрешности каналов преобразования сигналов сопротивления постоянному току от термопреобразователей сопротивления с номинальными статическими характеристиками преобразования (НСХ) по ГОСТ 6651-2009.

Рекомендуемые настройки параметров приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Рекомендуемые настройки параметров

Наименование параметра	Значение
Наклон характеристики измерительного входа	1,000
Сдвиг характеристики измерительного входа	0,0
Положение десятичной точки	1

Проверка погрешности ИК приема сигналов от термопреобразователей сопротивления проводят в изложенной ниже последовательности:

– выбирают 5 проверяемых точек $T_{вх.i}$, равномерно распределенных по диапазону измерений ИК (температуры) (0-5%, 25%, 50%, 75%, 95-100% от диапазона измерений);

– находят для соответствующей НСХ термопреобразователей сопротивления по таблицам ГОСТ 6651-2009 значения сопротивлений X_i , Ом для каждой проверяемой точки $T_{вх.i}$.

– на вход ИК через линию связи для каждой проверяемой точки подают от магазина сопротивления значение сигнала X_i ;

– считывают значение выходного сигнала $T_{вых.i}$ ИК, выраженное в °С;

– рассчитывают предел допускаемой абсолютной погрешности D_{pi} ИК в реальных условиях поверки, выраженный в °С;

$$\pm D_{pi} = \frac{\gamma \cdot (T_B - T_H)}{100} \quad (4)$$

где:

γ — предел допускаемой основной приведенной погрешности преобразования (приведенной к диапазону), в %;

T_B — верхнее значение диапазона измерений ИК, для соответствующего НСХ, в °С;

T_H — нижнее значение диапазона измерений ИК, для соответствующего НСХ, в °С;

– для каждой проверяемой точки рассчитывают значение погрешности $D_i = T_{вых.i} - T_{вх.i}$;

– полученные значения заносят в таблицу, составленную по форме таблицы 6;

– если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|D_i| \leq |D_{pi}|$, ИК признают годным.

Таблица 6 - Форма таблицы протокола
 НСХ термопреобразователя сопротивления _____
 Диапазон измерений температуры, °С: $T_H =$, $T_B =$

i	Проверяемая точка		$T_{\text{вых.}i}$, °С	D_i , °С	D_{pi} , °С	Заключение
	$T_{\text{вх.}i}$, °С	X_i , Ом				
1						
2						
3						
4						
5						

7.3.3 Проверка погрешности каналов преобразования сигналов термоэДС от термопар с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001

Рекомендуемые настройки параметров приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Рекомендуемые настройки параметров

Наименование параметра	Значение
Наклон характеристики измерительного входа	1,000
Сдвиг характеристики измерительного входа	0,0
Положение десятичной точки	1
Компенсация холодного спая ТП	отключена

Проверка погрешности ИК приема сигналов от термопар проводят в изложенной ниже последовательности:

- выбирают 5 проверяемых точек $T_{\text{вх.}i}$, равномерно распределенных по диапазону измерений ИК (температуры) (0-5%, 25%, 50%, 75%, 95-100% от диапазона измерений);
- находят для соответствующего типа термопар по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 значения термоэДС U_i в мВ для температур $T_{\text{вх.}i}$;
- на вход ИК для каждой проверяемой точки подают от калибратора напряжения значение сигнала U_i ;
- считывают значение выходного сигнала $T_{\text{вых.}i}$ ИК, выраженное в °С;
- по формуле 4 рассчитывают предел допускаемой абсолютной погрешности D_{pi} ИК в реальных условиях поверки, выраженный в °С.
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение погрешности $D_i = T_{\text{вых.}i} - T_{\text{вх.}i}$;
- полученные значения заносят в таблицу, составленную по форме таблицы 8;
- если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|D_i| \leq |D_{pi}|$, ИК признают годным.

Таблица 8 - Форма таблицы протокола
 Тип термопары _____
 Диапазон измерений температуры, °С: $T_H =$, $T_B =$

i	Проверяемая точка		$T_{\text{вых.}i}$, °С	D_i , °С	D_{pi} , °С	Заклучение
	$T_{\text{вх.}i}$, °С	U_i , мВ				
1						
2						
3						
4						
5						

7.3.4 Проверка погрешности канала компенсации температуры холодного спая

Проверка погрешности ИК компенсации температуры холодного спая проводят в изложенной ниже последовательности:

- измеряют температуру $T_{ВН}$ вблизи места подключения холодных спаев термопар испытываемого канала;
- считывают значение параметра «Температура встроенного датчика холодного спая» $T_{ХС}$ в °С;
- рассчитывают значение погрешности $D = T_{ХС} - T_{ВН}$;
- полученные значения заносят в таблицу, составленную по форме таблицы 9;
- если предел допускаемой абсолютной погрешности D_p ИК не превышает $\pm 2,0$ °С, ИК признают годным.

Таблица 9 - Форма таблицы протокола

$T_{ВН}, ^\circ\text{C}$	$T_{ХС}, ^\circ\text{C}$	$D, ^\circ\text{C}$	$D_p, ^\circ\text{C}$	Заключение

7.3.5 Проверка погрешности каналов цифро-аналогового преобразования кода в сигналы силы постоянного тока

Рекомендуемые настройки параметров приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Рекомендуемые настройки параметров

Наименование параметра	Значение
Логика работы ЛУ	Ручное плавное задание мощности
Минимальное значение выходного сигнала	0,00
Максимальное значение выходного сигнала	100,0
Шаг изменения выходного сигнала (при наличии)	0,1

Проверка погрешности каналов цифро-аналогового преобразования (ЦАП) кода в сигналы силы постоянного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

- выбирают 5 проверяемых точек Z_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных в пределах диапазона цифрового кода, в % (0-5%, 25%, 50%, 75% и 95-100%) относительно диапазона выходного сигнала.

Примечание 1: Диапазон выходного сигнала задается в параметрах минимальное и максимальное значение выходного сигнала в % относительно 20 мА.

Примечание 2: При задании входного кода при помощи органов управления (кнопок) следует выбирать значения Z_i с шагом не менее 0,1%;

При задании входного кода через интерфейс RS-485 допускается выбирать значения Z_i с шагом 0,01%.

- рассчитывают значение выходного сигнала силы постоянного тока X_i в мА, соответствующий i -ой проверяемой точке по формуле:

$$X_i = \frac{\left(\frac{Z_i \cdot (N_B - N_H)}{100\%}\right) \cdot 20}{100\%} + \frac{N_H}{100\%} \cdot 20 \quad (5)$$

где:

N_B — верхнее ограничение выходного сигнала, в % от диапазона;

N_H — нижнее ограничение выходного сигнала, в % от диапазона;

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

– для каждой проверяемой точки рассчитывают значение погрешности $D_i = Y_i - X_i$;

– полученные значения заносят в таблицу, составленную по форме таблицы 11;

- если предел допускаемой абсолютной погрешности ЦАП D_{pi} не превышает 0,03 мА, ЦАП признают годным.

Таблица 11 - Форма таблицы протокола

i	Проверяемая точка		Y _i , мА	D _i , в мА	D _{pi} , в мА	Заключение
	Z _i , в %	X _i , мА				
1						
2						
3						
4						
5						

8 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

8.1 Сравнивают номера версий программного обеспечения (далее - ПО), с данными, приведёнными в таблице 12.

Примечание - Номер версии ПО отображается на дисплее при включении прибора.

Таблица 12 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	ECD1-D2	ECD1-S	ECV1-M	ECV1-L
Наименование прибора				
Номер версии ПО модификаций, не ниже	v1.0	v1.0	v1.0	v1.0
Наименование прибора	ECD2-M	ECD2-L	ECD4-L	ECD8-L
Номер версии ПО модификаций, не ниже	v2.0	v1.0	v1.0	v1.0


8.2 ПО признают прошедшим идентификацию, если идентификационные данные, соответствуют данным, приведённым в таблице 12.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 По окончании работ по поверке выписывают свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приказом № 1815 от 02.07.2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», с приложением, содержащим список ИК, прошедших поверку с положительным результатом.

9.2 В случае проведения поверки лишь некоторых измерительных каналов и (или) в ограниченных диапазонах измеряемых величин, в свидетельстве о поверке (или паспорте) делаются соответствующие отметки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки средство измерений признается непригодным и выдается извещение о непригодности с указанием причин непригодности и данное СИ запрещается к выпуску в обращение и к применению.

Начальник отдела 201 ФГУП «ВНИИМС»  И.М. Каширкина

Вед. инженер отдела 201 ФГУП «ВНИИМС»  А.И. Грошев