

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

января 2016 г.

**Комплексы измерительно-вычислительные  
для систем автоматического управления и регулирования LC-U5/X.  
Методика поверки.**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	5
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	5
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
7.1 Внешний осмотр	6
7.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	6
7.3 Опробование	6
7.4 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов напряжения и силы постоянного тока, частоты периодических сигналов	7
7.5 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов от термопар	7
7.6 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов от термопреобразователей сопротивления	9
7.7 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов силы постоянного тока	9
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Настоящий документ распространяется на измерительные каналы (далее - ИК) комплексов измерительно-вычислительных для систем автоматического управления и регулирования LC-U5/X и устанавливает требования к методике их первичной и периодической поверок (для ИК, используемых в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений) или калибровки на предприятиях в России.

Интервал между поверками - 3 года.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов из состава комплексов измерительно-вычислительных для систем автоматического управления и регулирования LC-U5/X, а также отдельных величин и диапазонов измерений/воспроизведений, в соответствии с заявлением владельца комплекса с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Перечень операций, которые выполняют при поверке ИК, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта настоящей рекомендации
	первичной	периодической	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7.1
2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	Да	Да <sup>1</sup>	7.2
3 Опробование	Да	Да	7.3
4 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов напряжения или силы постоянного тока, частоты периодических сигналов	Да	Да	7.4
5 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов от термопар	Да	Да	7.5
6 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов от термопреобразователей сопротивления	Да	Да	7.6
7 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов силы постоянного тока	Да	Да	7.7
<i>Примечание - При периодической поверке выполняют только проверку сопротивления изоляции.</i>			

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проверке погрешности ИК должны использоваться эталоны и вспомогательные средства измерений, удовлетворяющие указанным ниже требованиям и имеющие действующие свидетельства о поверке.

3.1 При проверке электрической прочности и сопротивления изоляции рекомендуется использовать:

- установку УПУ-10;
- мегомметры М4100/1, 2, 3.

3.2 Допускаемая погрешность эталонов, в условиях поверки, используемых для воспроизведения сигналов, подаваемых на входы проверяемых ИК, и для измерения выходных сигналов ИК, для каждой проверяемой точки не должна превышать 0,2 предела допускаемой погрешности проверяемого ИК в условиях поверки.

3.3 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 универсальный Н4-7 (рег. № 22125-01), ( $\pm (0,002 \% U + 0,00025 \% U_{\text{п}})$ ) в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 200 мВ;  $\pm (0,002 \% U + 0,00015 \% U_{\text{п}})$  в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 10 В,  $\pm (0,004 \% I + 0,0004 \% I_{\text{п}})$  в режиме воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА).

3.4 При проверке погрешности ИК аналого-цифрового преобразования, предназначенных для работы с преобразователями сопротивления или термопреобразователями сопротивления, в качестве эталона для задания входного сигнала используют магазин сопротивлений, например, МСР-60М (кл.ч. 0,02) или ему подобные.

3.5 При проверке погрешности ИК цифро-аналогового преобразования, предназначенных для воспроизведения сигналов силы постоянного тока, в качестве эталона для измерений выходного сигнала используют амперметр, например мультиметр цифровой Fluke 8845A (рег. № 57943-14) или ему подобный.

3.6 При проверке погрешности ИК, предназначенных для преобразования частоты периодических сигналов, в качестве эталонов используют генератор сигналов произвольной формы 33210А ( $\Delta f = \pm(20 \cdot 10^{-6} \cdot F + 3 \cdot 10^{-12})$  Гц) или ему подобный.

3.7 Для измерений температуры в точке подсоединения холодного спая термодпары в качестве эталона используют термометр с абсолютной погрешностью не более 0,1°C, например ТЛ-4 или подобный.

3.8 Контроль внешних условий при поверке в рабочих условиях должен осуществляться СИ, абсолютное значение погрешности которых в этих условиях не выходит за пределы  $\pm 5 \%$  от значения контролируемой влияющей величины, соответствующего нормальным условиям.

#### *Примечания*

1 При невозможности выполнения соотношения «1/5» допускается использовать эталоны с упомянутым соотношением до «1/3» и вводить контрольный допуск на погрешность проверяемого измерительного канала, равный 0,8 от допускаемых значений границ его погрешности.

2 Допускается использовать другие эталонные средства измерений, если они удовлетворяют требованию п.3.2.

3 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 проверяемого ИК.

4 Перечисленные выше средства измерений должны работать в условиях, оговоренных в соответствующей эксплуатационной документации.

## **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 К поверке ИК допускают лиц, освоивших работу с комплексом и используемыми эталонами, изучивших настоящую рекомендацию. Поверитель должен быть аттестован в соответствии с действующими нормативными документами.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-80, ГОСТ 22261-94, указаниями по безопасности, изложенными в руководстве по эксплуатации на комплексы, применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

## **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ**

6.1 Перед началом поверки поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого комплекса, эталонов и других технических средств, используемых при поверке, настоящую методику поверки, правила техники безопасности и строго их соблюдать.

6.2 Перед экспериментальной проверкой погрешности ИК все измерительные компоненты, используемые эталоны и вспомогательные технические средства должны быть подготовлены к работе в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на эти средства измерений.

6.3 При поверке в рабочих условиях ИК значения влияющих величин, оказывающих существенное влияние на погрешность ИК комплексов, подлежат экспериментальному определению непосредственно перед проверкой погрешности ИК. Эти значения заносят в протокол и используют для расчета пределов допускаемых значений погрешности ИК в условиях поверки (п. 6.8), служащих критерием пригодности ИК.

Погрешность измерения влияющих величин не должна выходить за пределы, указанные в п. 3.11.

6.4 Условия окружающей среды, сложившиеся на момент поверки ИК на месте эксплуатации не должны выходить за пределы рабочих условий применения, указанных в НД на соответствующие ИК.

6.5 Обследование условий работы ИК комплекса проводится:

- при проведении первичной поверки на месте эксплуатации комплексов после монтажа и опытной эксплуатации,
- при периодической поверке, если условия поверки измерительных компонентов из состава ИК изменились настолько по сравнению с предыдущей поверкой, что эти изменения могут вызывать существенное изменение погрешности ИК (более чем на 20 %) по сравнению со значением, подтвержденным при предыдущей либо первичной поверке.

Проводится обследование климатических условий и сети питания в помещениях, где размещены измерительные компоненты ИК комплекса.

6.6 Если условия поверки не претерпели существенных изменений, в качестве предельно допускаемого значения погрешности ИК допускается использовать значение, рассчитанное при предыдущей поверке либо при первичной поверке.

При обнаружении заметных изменений условий эксплуатации измерительных компонентов ИК по сравнению с первичной или предыдущей поверкой проводят уточняющее обследование условий работы измерительных компонентов ИК комплекса по п.6.5 и оценивают границу допускаемых значений погрешности канала в этих условиях в соответствии с указаниями п. 6.8.

6.7 Перед экспериментальной проверкой погрешности ИК все измерительные компоненты состава ИК и используемые эталоны должны быть подготовлены к работе в

соответствии с указаниями эксплуатационной документации на них.

6.8 По завершении обследования условий работы ИК комплекса оценивают пределы допускаемых значений погрешности каждого ИК в этих условиях.

6.8.1 Приводят форму представления основных и дополнительных погрешностей ИК к единому виду (приведенная, абсолютная, по входу или выходу ИК).

6.8.2 Для каждого ИК рассчитывают предел допускаемых значений погрешности в реальных условиях поверки (см. РД 50-453-84) путем учета основной и дополнительных погрешностей от влияющих факторов на момент поверки, оцененными в соответствии с п.6.3.

Предел допускаемых значений погрешности  $\Delta_{cu}$  ИК в реальных условиях поверки вычисляют по формуле 1:

$$\Delta_{cu} = \Delta_o + \sum_{i=1}^n \Delta_i, \quad (1)$$

где  $\Delta_o$  - предел допускаемых значений основной погрешности ИК;

$\Delta_i$  - предел допускаемой дополнительной погрешности ИК от  $i$ -го влияющего фактора в реальных условиях поверки при общем числе  $n$  учитываемых влияющих факторов.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- комплектность комплекса,
- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной документацией,
- отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушения покрытий, надписей, отсутствие других дефектов.

### 7.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции

Испытания по данному пункту проводятся по ГОСТ 22261.

### 7.3 Опробование

7.3.1 Опробование проводится в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации на комплекс.

7.3.2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения.

Комплекс признают годным, если номер версии ПО соответствует данным, приведенным в таблице 2.

Таблица 1 -Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	ПО модулей ControlLogix
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 1.x
Цифровой идентификатор ПО	Не используется

\* где «x»-цифра от 0 до 99

## 7.4 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов напряжения или силы постоянного тока, частоты периодических сигналов

7.4.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием схем и рекомендаций руководства по эксплуатации (РЭ) на соответствующие ИК, а также таблиц, составленных по форме таблицы 3.

Таблица 3

Диапазон изменений входного сигнала ИК, мА/В/Гц:  $I_H/U_H/F_H =$  ,  $I_B/U_B/F_B =$  ;  
 Пределы допускаемой основной приведённой погрешности, %:  $\gamma =$   
 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мА/В/Гц:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$X_i$ , мА/В/Гц	$Y_i$ , мА/В/Гц	$\Delta_{ai}$ , мА/В/Гц	Заключение
$i$	% от диапазона входного сигнала				
1	0,5				
2	25				
3	50				
4	75				
5	99,5				

*Примечания:*

1  $I_H, I_B; U_H, U_B, F_H, F_B$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменений входного сигнала силы постоянного тока/ напряжения постоянного тока/ частоты периодических сигналов;

$X_i$  - значение в мА/В/Гц подаваемого входного сигнала;

$Y_i$  - показание на мониторе на выходе ИК, выраженное в единицах входного сигнала;

2 Если показания на мониторе выражены в физических единицах измеряемого параметра, значения  $X_i, \Delta_{ai}, \Delta_a$  должны быть выражены в тех же физических единицах.

7.4.2 Для каждой проверяемой точки  $i = 1, \dots, 5$  выполняют следующие операции:

– устанавливают на входе проверяемого канала значение входного сигнала  $X_i$  силы (напряжения) постоянного тока (частоты периодических сигналов) от калибратора тока (напряжения, генератора) и делают не менее 4-х отсчётов  $Y_i$  на выходе ИК;

– за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = \max \{ |Y_i - X_i| \},$$

здесь  $Y_i$  выражено в единицах подаваемого входного сигнала.

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  проверяемый ИК бракуют, в противном случае признают годным.

## 7.5 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов от термопар

7.5.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием схем и рекомендаций РЭ на соответствующий ИК, а также таблиц, составленных по форме таблицы 4.

Таблица 4

Тип термопары \_\_\_\_\_

Диапазон изменений входного сигнала, °С:  $T_H =$  ,  $T_B =$  .Температура холодного спая  $T_{xc}$ , °С:Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С:  $\Delta_a =$ 

Проверяемая точка		$T_i, ^\circ\text{C}$	$U_{xi}, \text{мВ}$	$Y_i, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{ai}, ^\circ\text{C}$	Заключение
i	% от диапазона входного сигнала					
1	0,5					
2	25					
3	50					
4	75					
5	99,5					

*Примечание:* *$T_H$  и  $T_B$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменений входного сигнала термопары в градусах Цельсия;* *$T_i$  - значение температуры и соответствующее ей (по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 для данного типа термопары) значение  $U_{xi}$  подаваемого входного сигнала, выраженное в милливольтгах;* *$Y_i$  - показания на мониторе на выходе ИК в градусах Цельсия.*

7.5.2 Проверку погрешности проводят в следующей последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « $T_i$ » значение температуры в градусах Цельсия (для данного типа термопары);- по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 находят напряжение  $U_{xi}'$ , соответствующее значению температуры в  $i$ -ой проверяемой точке;- термометром с погрешностью не более 0,1 °С измеряют температуру  $T_{xc}$  вблизи места подключения холодного спая термопары;- рассчитывают входной сигнал  $U_{xi}$  в милливольтгах для каждой проверяемой точки по формуле:  $U_{xi} = U_{xi}' - U_{tx,c}$ , где  $U_{tx,c}$  - напряжение, соответствующее температуре холодного спая (по таблицам ГОСТ Р 8.585);- устанавливают на входе проверяемого канала значение  $U_{xi}$  напряжения постоянного тока от калибратора напряжения и делают не менее 4-х отсчётов  $Y_i$  на выходе ИК;- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = \max \{ |Y_i - T_i| \},$$

здесь  $Y_i$  выражено в градусах Цельсия.Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  проверяемый ИК бракуют, в противном случае признают годным.



## 7.6 Проверка основной погрешности каналов измерений сигналов от термопреобразователей сопротивления

7.6.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием схем и рекомендаций РЭ на соответствующие ИК, а также таблиц, составленных по форме таблицы 5.

Таблица 5

Диапазон изменений входного сигнала, °C/Ом:  $T_H =$  ,  $T_B =$

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °C:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$T_i, ^\circ\text{C}$	$X_i, \text{Ом}$	$Y_i, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{ai}, ^\circ\text{C}$	Заключение
$i$	% от диапазона входного сигнала					
1	0,5					
2	25					
3	50					
4	75					
5	99,5					

*Примечание:*

$T_H, T_B$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона измерений входного сигнала;

$T_i$  - значение температуры  $i$ , соответствующее ей (по таблицам ГОСТ 6651-2009), значение в омах подаваемого входного сигнала ( $X_i$ );

$Y_i$  – показания на мониторе на выходе ИК в градусах Цельсия.

7.6.2 Проверка погрешности проводится в изложенной ниже последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « $T_i$ » значение температуры в градусах Цельсия (для данного типа термопреобразователя сопротивления);

- по таблицам ГОСТ 6651-2009 находят значение сопротивления  $X_i$ , соответствующее значению температуры в  $i$ -ой проверяемой точке;

- записывают в таблицу 5 входной сигнал  $X_i$  в «Ом» для каждой проверяемой точки;

- устанавливают на входе поверяемого канала значение  $X_i$  сопротивления от магазина сопротивлений и делают не менее 4-х отсчётов  $Y_i$  на выходе ИК;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = \max \{ |Y_i - T_i| \},$$

здесь  $Y_i$  выражено в градусах Цельсия.

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  поверяемый ИК бракуют, в противном случае признают годным.

## 7.7 Проверка основной погрешности каналов воспроизведения сигналов силы постоянного тока

7.7.1 Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется с использованием схем и рекомендаций руководства по эксплуатации (РЭ) на соответствующие ИК, а также таблиц, составленных по форме таблицы 6.

Таблица 6

Диапазон воспроизводимого сигнала силы постоянного тока, мА:  $I_{н} =$  ,  $I_{в} =$  ;  
 Пределы допускаемой основной приведённой погрешности, %:  $\gamma =$   
 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мА:  $\Delta_a =$

Проверяемая точка		$N_i$ , мА	$Y_i$ , мА	$\Delta_{ai}$ , мА	Заключение
I	% от диапазона входного сигнала				
1	0,5				
2	25				
3	50				
4	75				
5	99,5				

*Примечание:*

$I_{н}$ ,  $I_{в}$  - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона воспроизведения сигнала силы постоянного тока;

$N_i$  - значение подаваемого на вход ИК кода, выраженное в единицах воспроизводимой величины в миллиамперах;

$Y_i$  - значение выходного сигнала в миллиамперах.

7.7.2 Для каждой проверяемой точки  $i = 1, \dots, 5$  выполняют следующие операции:

- устанавливают на входе ИК код  $N_i$ , соответствующий  $i$ -й проверяемой точке и измеряют образцовым мультиметром значение выходного сигнала  $Y_i$ ;

- за оценку абсолютной погрешности  $\Delta_{ai}$  ИК в  $i$ -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле:

$$\Delta_{ai} = Y_i - N_i,$$

Если хотя бы в одной из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\Delta_{ai}| \geq |\Delta_a|$  проверяемый ИК бракуют, в противном случае признают годным.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке согласно Приказа № 1815 от 22.07.2015 Минпромторга России. Знак поверки в виде наклейки наносится на корпус регистратора.

При отрицательных результатах свидетельство о поверке не выдается, ранее выданное свидетельство о поверке аннулируется.

Зам.начальника отд.201 ФГУП «ВНИИМС»

Начальник сектора отд.201 ФГУП «ВНИИМС»



И.Г. Средина

Ю.А. Шатохина