

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «АСК Экспресс»



С.В. Краснышов

11 2017 г.

Модули измерительные контроллеров ЭА-КОНТ

Методика поверки

ТНБВ.421451.001 МП

2017 г.

ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули измерительные контроллеров ЭА-КОНТ (далее - модули) и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками три года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Определение МХ модулей К-АІ219	6.3	да	да
3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	6.3.1	да	да
3.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	6.3.2	да	да
3.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току	6.3.3	да	да
4 Определение МХ модулей К-АІ230	6.4	да	да
4.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока на частоте 1 кГц	6.4.1	да	да
4.2 Определение диапазона рабочих частот	6.4.2	да	нет
5 Определение МХ модулей К-АІ232	6.5	да	да
5.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока на частоте 1 кГц	6.5.1	да	да
5.2 Определение диапазона рабочих частот	6.5.2	да	нет
6 Определение МХ модулей К-АІ242	6.6	да	да
6.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока на частоте 1 кГц	6.6.1	да	да
6.2 Определение диапазона рабочих частот	6.6.2	да	нет
7 Определение МХ модулей К-АІ227	6.7		
7.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений СКЗ силы переменного тока на частоте 1 кГц	6.7.1	да	да
7.2 Определение полосы пропускания по уровню минус 3 дБ	6.7.2	да	нет
8 Определение МХ модулей К-АІ213	6.8	да	да
8.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения пост-	6.8.1	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
янного тока			
9 Определение МХ модулей К-АІ217	6.9	да	да
9.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры (с применением ТС)	6.9.1	да	да
10 Определение МХ модулей К-АІ237	6.10	да	да
10.1 Определение относительной погрешности измерений коэффициента рассогласования	6.10.1	да	да
11 Определение МХ модулей К-АІ239	6.11	да	да
11.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока на частоте 1 кГц	6.11.1	да	да
11.2 Определение полосы пропускания	6.11.2	да	нет
12 Определение МХ модулей К-АО265	6.12	да	да
12.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	6.12.1	да	да
13 Определение МХ модулей К-9АІО	6.13	да	да
13.1 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений силы постоянного тока	6.13.1	да	да
13.2 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока	6.13.2	да	да
13.3 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону воспроизведения) погрешности воспроизведения силы постоянного тока	6.13.3	да	да
14 Определение МХ модулей К-8LІ	6.14	да	да
14.1 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока	6.14.1	да	да
14.2 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений сопротивления постоянному току	6.14.2	да	да
15 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора программного обеспечения (ПО))	6.15	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки. Номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
6.3.1; 6.3.2; 6.4.1; 6.4.2; 6.5.1; 6.5.2; 6.6.1; 6.6.2; 6.7.2; 6.8.1; 6.11.1; 6.11.2; 6.12.1; 6.13.1; 6.13.2; 6.13.3; 6.14.1	Калибратор-вольтметр универсальный В1-28: диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0,1 мкВ до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm 0,004$ %, диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 1 мкВ до 700 В в диапазоне рабочих частот от 0,1 Гц до 120 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока $\pm 0,15$ %, диапазон измерений напряжения переменного тока от 10 мкВ до 1000 В в диапазоне частот от 40 Гц до 120 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока $\pm 0,15$ %; диапазон воспроизведения и измерений силы постоянного тока от 1 нА до 2 А, пределы допускаемых относительных погрешностей воспроизведения и измерений силы постоянного тока $\pm 0,071$ %
6.7.1	Калибратор универсальный Н4-11 с преобразователем ПТН-50: диапазон воспроизведения силы переменного тока от 0,1 мА до 50 А, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы переменного тока в диапазоне частот от 20 до 1200 Гц в диапазоне с верхним пределом измерений 20 А $\pm 0,3$ %
6.3.3; 6.7.2; 6.9.1; 6.14.2	Магазин электрических сопротивлений Р4834: диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току 0,01 Ом до 11111,1 Ом, класс точности 0,02/2,5·10 ⁻⁷
6.10.1	Калибратор К3607: пределы воспроизведения коэффициента преобразования 0,5; 1, 2, 5, 10 мВ/В, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения коэффициента преобразования $\pm 0,01$ %
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
Раздел 3	Прибор комбинированный TESTO 622: диапазон измерений температуры от минус 10 до 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °С; диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1200 гПа; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ± 5 гПа; диапазон измерений относительной влажности от 10 до 95 %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 3 %
6.2 - 6.12	Шасси из состава контроллера ЭА-КОНТ
6.2 - 6.15	Персональный компьютер с установленной операционной системой Windows 7/8/10, специальное ПО контроллера ЭА-КОНТ

2.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующий документ о поверке (знак поверки).

2.3 Допускается применение других средств измерений, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой погрешностью.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С.....	20 ± 5;
относительная влажность воздуха, %, не более.....	80;
атмосферное давление, кПа.....	100 ± 4.

Параметры электропитания:

напряжение переменного тока, В.....	220 ± 4,4;
частота переменного тока, Гц.....	50 ± 1.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их руководствах по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

4.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

4.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, изучившие руководство по эксплуатации на модули (контроллеры), знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

4.3 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 На поверку представляют модули, полностью укомплектованные в соответствии с ЭД. При периодической поверке представляют дополнительно свидетельство и протокол о предыдущей поверке модулей.

5.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с нормативной документацией на модули (контроллеры) и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

5.3 Поверитель подготавливает модули к включению в сеть в соответствии с ЭД.

5.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 должен быть проведен перед началом поверки, а затем периодически, но не реже одного раза в час.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Внешний вид и комплектность модулей проверить на соответствие данным, приведенным в руководстве по эксплуатации и в паспорте.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- наличие товарного знака изготовителя и заводских номеров модулей.
- чистоту и исправность гнезд, разъемов и индикаторов;
- отсутствие механических повреждений корпуса и элементов на корпусе.

6.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

6.2 Опробование

6.2.1 Инсталлировать программные пакеты, необходимые для функционирования модулей на внешний ПК (при необходимости) в соответствии с указаниями РЭ.

6.2.2 Установить модули в шасси (на DIN-рейку), провести соединение с внешним ПК посредством необходимого интерфейса. Включить питание шасси. Запустить на выполнение специальное программное обеспечение модулей (контроллера) и провести требуемые программные настройки в соответствии с указаниями РЭ.

6.2.3 В диалоговом окне программы убедиться в успешной инициализации установленных модулей (модуля), в отсутствии индицируемых ошибок и в наличии случайным образом изменяющихся показаний в окнах отображения результатов измерений соответствующих величин.

6.2.6 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования п. 6.2.3. В противном случае модуль дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

6.3 Определение МХ модулей К-А1219

6.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

6.3.1.1 Выбрать модуль К-А1219 в перечне инициализированных модулей, установить в окне настроек режим измерений – напряжение, диапазон измерений (верхний предел) 0,125 В.

6.3.1.2 Подключить посредством кабелей клеммы «+» и «-» калибратора-вольтметра В1-28 к соответствующим контактам 1-го канала терминального блока модуля.

6.3.1.3 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 6.3.1. Зафиксировать измеренные модулем значения напряжения постоянного тока для каждого установленного на калибраторе значения напряжения и внести их в таблицу 6.3.1. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока Δ_{U_i} по формуле (1):

$$\Delta_{U_i} = U - U_0, \quad (1)$$

где U_0 – значение напряжения, установленное на калибраторе-вольтметре, мВ;
 U – измеренное модулем значение напряжения, мВ.

Таблица 6.3.1

Установленные значения напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Допускаемые значения погрешности, мВ
<i>Диапазон $\pm 0,125$ В</i>			
-0,125			$\pm 0,750$
- 0,01			$\pm 0,520$
-0,001			$\pm 0,502$
0			$\pm 0,500$
0,001			$\pm 0,502$
0,01			$\pm 0,520$
0,125			$\pm 0,750$
<i>Диапазон ± 1 В</i>			
-1			$\pm 2,50$
-0,1			$\pm 0,70$
-0,01			$\pm 0,52$
0			$\pm 0,50$
0,01			$\pm 0,52$
0,1			$\pm 0,70$
1			$\pm 2,50$

Установленные значения напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Допускаемые значения погрешности, мВ
<i>Диапазон ±4 В</i>			
-4			±19,00
-0,4			±4,60
-0,04			±3,16
0			±3,00
0,04			±3,16
0,4			±4,60
4			±19,00
<i>Диапазон ±15 В</i>			
-15			±63,0
-1,5			±9,0
-0,15			±3,6
0			±3,0
0,15			±3,6
1,5			±9,0
15			±63,0
<i>Диапазон ±60 В</i>			
-60			±243,0
-6			±27,0
-0,6			±5,4
0			±3,0
0,6			±5,4
6			±27,0
60			±243,0

6.3.1.4 Выполнить операции по п.п. 6.3.1.2 - 6.3.1.3 для каждого из диапазонов измерений (верхних пределов).

ПРИМЕЧАНИЕ: при периодической поверке допускается проводить измерения для двух диапазонов измерений, один из которых должен быть ±60 В.

6.3.1.5 Выполнить операции по п.п. 6.3.1.2 - 6.3.1.4 для остальных каналов модуля.

ПРИМЕЧАНИЕ: здесь и далее допускается одновременная подача напряжения с калибратора-вольтметра и проведение измерений для нескольких входных каналов модуля.

6.3.1.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, указанных в таблице 6.3.1.

6.3.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

6.3.2.1 В диалоговом окне установить режим измерений - сила тока.

6.3.2.2 Подключить посредством кабелей клеммы «+» и «-» калибратора-вольтметра к соответствующим контактам 1-го канала терминального блока модуля.

6.3.2.3 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала силу постоянного тока в соответствии с таблицей 6.3.2. Зафиксировать измеренные модулем значения силы постоянного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения и внести их в таблицу 6.3.2.

Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения силы тока значение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока Δ_I (мкА) по формуле (2):

$$\Delta_I = I - I_s, \quad (2)$$

где I_s – значение силы тока, установленное на калибраторе-вольтметре, мкА;

I – измеренное модулем значение силы тока, мкА.

Таблица 6.3.2

Установленные значения силы тока, мА	Измеренные значения силы тока, мА	Абсолютная погрешность измерений, мкА	Допускаемые значения погрешности, мкА
-25			±150,3
- 2,5			±15,3
-0,25			±1,8
0			±0,3
0,25			±1,8
2,5			±15,3
25			±150,3

6.3.2.4 Выполнить операции по п.п. 6.3.2.2, 6.3.2.3 для остальных каналов модуля.

6.3.2.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в пределах, указанных в таблице 6.3.2.

6.3.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току

6.3.3.1 В диалоговом окне установить режим измерений – сопротивление, верхний предел измерений – 1000 Ом.

6.3.3.2 Подключить посредством кабелей клеммы магазина сопротивления к клеммам терминального блока 1-го канала модуля по четырехпроводной схеме.

6.3.3.2 Последовательно устанавливать на магазине сопротивлений значения сопротивления в соответствии с таблицей 6.3.3. Зафиксировать измеренные модулем значения сопротивления. Рассчитать для каждого установленного значения сопротивления значение абсолютной погрешности измерений Δ_R (Ом) по формуле (3):

$$\Delta_R = R - R_s, \quad (3)$$

где R_s – установленное на магазине сопротивление, Ом;

R – измеренное модулем сопротивление, Ом.

Таблица 6.3.3

Установленные значения сопротивления, Ом	Измеренные значения сопротивления, Ом	Абсолютная погрешность измерений, Ом	Допускаемые значения погрешности, Ом
<i>Верхний предел 1000 Ом</i>			
1			±3,205
10			±3,250
100			±3,700
1000			±8,200
<i>Верхний предел 10000 Ом</i>			
10			±3,250
100			±3,700
1000			±8,200
10000			±53,200

6.3.3.3 Выполнить операции по п.п. 6.3.2.2, 6.3.2.3 для остальных каналов модуля.

6.3.3.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений сопротивления находятся в пределах, указанных в таблице 6.3.3.

6.4 Определение МХ модулей K-AI230

6.4.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока на частоте 1 кГц

6.4.1.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 6.4.1. Зафиксировать измеренные модулем значения напряжения постоянного тока для каждого установленного на калибраторе-

вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.4.1. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ΔU (мВ) по формуле (1).

Таблица 6.4.1

Установленные значения напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Допускаемые значения погрешности, мВ
-31,5			±269,0
-10			±140,0
-0,3			±81,8
0			±80,0
0,3			±81,8
10			±140,0
31,5			±269,0

6.4.1.2 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала на частоте 1000 Гц СКЗ напряжения переменного тока в соответствии с таблицей 6.4.2. Зафиксировать измеренные модулем СКЗ напряжения переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.4.2. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока ΔU (мВ) по формуле (4).

$$\Delta U = U - U_s \quad (4)$$

где U_s – значение СКЗ напряжения, установленное на калибраторе-вольтметре, мВ;
 U – измеренное модулем СКЗ значение напряжения, мВ.

Таблица 6.4.2

Установленные СКЗ напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Допускаемые значения погрешности, мВ
0			±56,6
0,3			±58,4
1			±62,6
3			±74,6
10			±116,6
15			±146,6
22			±188,6

6.4.1.3 Выполнить операции по п.п. 6.4.1.1-6.4.1.2 для остальных каналов модуля.

6.4.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и СКЗ напряжения переменного тока на частоте 1 кГц находятся в пределах, указанных в таблицах 6.4.1 и 6.4.2, соответственно.

6.4.2 Определение диапазона рабочих частот

6.4.2.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход произвольным образом выбранного канала СКЗ напряжения переменного тока 3 В на частотах в соответствии с таблицей 6.4.3. Зафиксировать измеренные модулем СКЗ напряжения переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения частоты и внести их в таблицу 6.4.3.

6.4.2.3 Рассчитать для каждого установленного значения частоты неравномерность АЧХ δ_f (дБ) по формуле (5).

$$\delta_f = 20 \cdot \lg(U_f/U_{1000}), \quad (5)$$

где U_f – измеренное значение напряжения на частоте f , В;

U_{1000} – измеренное значение напряжения на частоте 1000 Гц, В.

Таблица 6.4.3

Установленные значения частоты, Гц	Измеренные значения напряжения, В	Неравномерность АЧХ, дБ
20		
50		
100		
500		
1000		
2000		
5000		

6.4.2.4 Результаты поверки считать положительными, если абсолютные значения неравномерности АЧХ в диапазоне частот от 20 Гц до 5000 Гц не превышают 0,08 дБ.

6.5 Определение МХ модулей К-А1232

6.5.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока на частоте 1 кГц

6.5.1.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 6.5.1. Зафиксировать измеренные модулем значения напряжения постоянного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.5.1. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока Δ_U по формуле (1).

Таблица 6.5.1

Установленные значения напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Допускаемые значения погрешности, мВ
-31,5			$\pm 269,0$
-10			$\pm 140,0$
-0,3			$\pm 81,8$
0			$\pm 80,0$
0,3			$\pm 81,8$
10			$\pm 140,0$
31,5			$\pm 269,0$

6.5.1.2 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала на частоте 1000 Гц СКЗ напряжения переменного тока в соответствии с таблицей 6.5.2. Зафиксировать измеренные модулем СКЗ напряжения переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.5.2. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока Δ_U по формуле (4).

6.5.1.3 Выполнить операции по п.п. 6.5.1.1- 6.5.1.2 для остальных каналов модуля.

Таблица 6.5.2

Установленные СКЗ напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Допускаемые значения погрешности, мВ
0			$\pm 56,6$
0,3			$\pm 58,4$
1			$\pm 62,6$
3			$\pm 74,6$
10			$\pm 116,6$
15			$\pm 146,6$
22			$\pm 188,6$

6.5.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и СКЗ напряжения переменного тока на частоте 1 кГц находятся в пределах, указанных в таблицах 6.5.1 и 6.5.2, соответственно.

6.5.2 Определение диапазона рабочих частот

6.5.2.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход произвольным образом выбранного канала СКЗ напряжения переменного тока 3 В на частотах в соответствии с таблицей 6.5.3. Зафиксировать измеренные модулем значения СКЗ напряжения переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения частоты и внести их в таблицу 6.5.3.

Таблица 6.5.3

Установленные значения частоты, Гц	Измеренные значения напряжения, В	Неравномерность АЧХ, дБ
20		
500		
1000		
5000		
10000		
20000		
40000		

6.5.2.2 Рассчитать для каждого установленного значения частоты неравномерность АЧХ δ_f (дБ) по формуле (5).

6.5.2.4 Результаты поверки считать положительными, если абсолютные значения неравномерности АЧХ в диапазоне частот от 20 Гц до 40000 кГц не превышают 0,1 дБ.

6.6 Определение МХ модулей К-А1242

6.6.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока на частоте 1 кГц

6.6.1.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 6.6.1. Зафиксировать измеренные модулем значения напряжения постоянного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.6.1. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ΔU (В) по формуле (1), где U_s – значение напряжения, установленное на калибраторе-вольтметре, В, U – измеренное модулем значение напряжения, В.

Таблица 6.6.1

Установленные значения напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, В	Допускаемые значения погрешности, В
-500			$\pm 2,0$
-300			$\pm 1,4$
-100			$\pm 0,8$
0			$\pm 0,5$
100			$\pm 0,8$
300			$\pm 1,4$
500			$\pm 2,0$

6.6.1.2 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала на частоте 1000 Гц СКЗ напряжения переменного тока в соответствии с таблицей 6.6.2. Зафиксировать измеренные модулем СКЗ напряжения переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.6.2. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока ΔU по формуле (4), где U_s – значение СКЗ напряжения, установленное на калибраторе-вольтметре, В, U – измеренное модулем СКЗ значение напряжения, В.

Таблица 6.6.2

Установленные СКЗ напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, В	Допускаемые значения погрешности, В
0			$\pm 0,35$
10			$\pm 0,38$
50			$\pm 0,50$
100			$\pm 0,65$
200			$\pm 0,95$
350			$\pm 1,40$

6.6.1.3 Выполнить операции по п.п. 6.6.1.1- 6.6.1.2 для остальных каналов модуля.

6.6.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и СКЗ напряжения переменного тока на частоте 1 кГц находятся в пределах, указанных в таблицах 6.6.1 и 6.6.2, соответственно.

6.6.2 Определение диапазона рабочих частот

6.6.2.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход произвольным образом выбранного канала СКЗ напряжения переменного тока 30 В на частотах в соответствии с таблицей 6.6.3. Зафиксировать измеренные модулем значения СКЗ напряжения переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения частоты и внести их в таблицу 6.6.3.

Таблица 6.6.3

Установленные значения частоты, Гц	Измеренные значения напряжения, В	Неравномерность АЧХ, дБ
20		
500		
1000		
5000		
10000		
20000		

6.6.2.3 Рассчитать для каждого установленного значения частоты неравномерность АЧХ δ_f (дБ) по формуле (5).

6.6.2.4 Результаты поверки считать положительными, если абсолютные значения неравномерности АЧХ в диапазоне частот от 20 Гц до 20000 кГц не превышают 0,1 дБ. В противном случае модуль дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

6.7 Определение МХ модулей К-А1227

6.7.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений СКЗ силы переменного тока

6.7.1.1 Подключить посредством кабелей клеммы «+» и «-» калибратора Н4-11 к соответствующим контактам 1-го канала терминального блока модуля.

6.7.1.2 Последовательно подавать с выхода калибратора на вход 1-го канала СКЗ силы переменного тока на частоте 1000 Гц в соответствии с таблицей 6.7.1. Зафиксировать измеренные модулем СКЗ силы переменного тока для каждого установленного на калибраторе значения и внести их в таблицу 6.7.1. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе значения силы тока значение абсолютной погрешности измерений Δ_I (мА) по формуле (2).

6.7.1.3 Выполнить операции по п.п. 6.7.1.1, 6.7.1.2 для остальных каналов модуля.

6.7.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений СКЗ силы переменного тока находятся в пределах, указанных в таблице 6.7.1.

Таблица 6.7.1

Установленные значения силы тока, А	Измеренные значения силы тока, А	Абсолютная погрешность измерений, мА	Допускаемые значения погрешности, мА
0,01			±10,06
0,1			±10,6
1			±16
2			±22
4			±34
5			±40

6.7.2 Определение полосы пропускания по уровню минус 3 дБ

6.7.2.1 Подключить посредством кабелей клеммы «+» и «-» калибратора-вольтметра В1-28 к соответствующим контактам произвольно выбранного канала терминального блока модуля последовательно с магазином сопротивлений. Установить на магазине сопротивлений значение сопротивления 100 Ом.

6.7.2.2 Последовательно устанавливая на выходе калибратора-вольтметра СКЗ напряжения переменного тока 5 В на частотах в соответствии с таблицей 6.7.2. Зафиксировать измеренные модулем СКЗ силы переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения частоты и внести их в таблицу 6.7.2.

6.7.2.3 Рассчитать для каждого установленного значения частоты неравномерность АЧХ δ_f (дБ) по формуле (6):

$$\delta_f = 20 \cdot \lg(I_f/I_{1000}), \quad (6)$$

где I_f - измеренное СКЗ силы тока на частоте f , мА;

I_{1000} – измеренное СКЗ силы тока на частоте 1000 Гц, мА.

Таблица 6.7.2

Установленные значения частоты, Гц	Измеренные значения силы тока, мА	Неравномерность АЧХ, дБ
1		
10		
100		
1000		
5000		
10000		
15000		
20000		
24000		

6.7.2.4 Результаты поверки считать положительными, если абсолютные значения неравномерности АЧХ в диапазоне частот до 24000 Гц включительно не превышают 3 дБ.

6.7 Определение МХ модулей К-А1213

6.8.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

6.8.1.1 Подключить посредством кабелей клеммы «+» и «-» калибратора-вольтметра к соответствующим контактам 1-го канала терминального блока модуля.

6.8.1.2 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 6.8.1. Зафиксировать измеренные модулем значения напряжения постоянного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.8.1. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока δ_U (мкВ) по формуле (1), где U_0 – значение напряжения, установленное на калибраторе-вольтметре, мкВ, U – измеренное модулем значение напряжения, мкВ.

Таблица 6.8.1

Установленные значения напряжения, мВ	Измеренные значения напряжения, мВ	Абсолютная погрешность измерений, мкВ	Допускаемые значения погрешности, мкВ
-78			±176
-40			±100
-10			±40
-1			±22
0			±20
1			±22
10			±40
40			±100
78			±176

6.8.1.3 Выполнить операции по п.п. 6.8.1.1, 6.8.1.2 для остальных каналов модуля.

ПРИМЕЧАНИЕ: допускается одновременная подача напряжения с калибратора-вольтметра и проведение измерений для нескольких входных каналов модуля.

6.8.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, указанных в таблице 6.8.1

6.9 Определение МХ модулей К-А1217

6.9.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений температуры (с применением ТС)

6.9.1.1 Подключить посредством кабелей клеммы магазина сопротивления к клеммам терминального блока модуля по четырехпроводной схеме.

6.9.1.2 Последовательно устанавливать на магазине сопротивлений значения сопротивления в соответствии с таблицей 6.9.1. Зафиксировать измеренные модулем значения температуры для каждого установленного значения сопротивления и внести их в таблицу. Рассчитать для каждого установленного значения сопротивления (температуры) значение абсолютной погрешности измерений температуры ΔT (°C) по формуле (6):

$$\Delta T = T - T_s, \quad (6)$$

где T_s – значение температуры, соответствующее установленному на магазине сопротивлению и рассчитанное по уравнению НСХ для платиновых термометров сопротивления (ГОСТ 8.625-2006, $\alpha=0,00385^\circ\text{C}^{-1}$), °C;

T – измеренное модулем значение температуры, °C.

Таблица 6.9.1

Установленные на магазине значения сопротивления, Ом	Соответствующие значения температуры T_s , °C	Измеренные значения температуры T , °C	Абсолютная погрешность измерений температуры ΔT , °C
18,52	-200		
60,26	-100		
100,00	0		
157,75	150		
175,86	200		
247,09	400		
313,71	600		
375,70	800		

6.9.1.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений температуры (с применением ТС без учета погрешности ТС) находятся в пределах $\pm 0,5$ °C в диапазоне температур от минус 200 до 150 °C включительно и в пределах $\pm 1,0$ °C в диапазоне температур от 150 до 800 °C.

6.10 Определение МХ модулей К-А1237

6.10.1 Определение относительной погрешности измерений коэффициента рассогласования

6.10.1.1 Соединить кабелем 1 канал модуля с клеммами калибратора КЗ607. Схема соединений для каналов модуля указана в его руководстве по эксплуатации и на боковой панели модуля, схема подключений к калибратору указана на его задней панели. Установить напряжение питания мостовой схемы +5 В.

6.10.1.2 Последовательно подавать с выхода калибратора КЗ607 на вход 1-го канала модуля значения коэффициента рассогласования K_s , мВ/В, в соответствии с таблицей 6.10.1. Зафиксировать измеренные модулем значения коэффициента рассогласования, мВ/В, для каждого установленного на калибраторе значения и внести их в таблицу 6.10.1.

6.10.1.3 Рассчитать для каждого установленного на калибраторе значения коэффициента рассогласования значение абсолютной погрешности измерений Δ_K мВ/В, по формуле (7).

$$\Delta_K = K - K_s \cdot \quad (7)$$

где K_s – значение коэффициента рассогласования, установленное на калибраторе КЗ607, мВ/В;

K – измеренное модулем значение коэффициента рассогласования, мВ/В.

6.10.1.4 Выполнить операции по п.п. 6.10.1.1 - 6.10.1.3 для каждого из каналов модуля.

Таблица 6.10.1

Установленные значения K , мВ/В	Измеренные значения K , мВ/В	Абсолютная погрешность измерений, мВ/В	Допускаемые значения погрешности, мВ/В
-10			$\pm 0,15$
-5			$\pm 0,12$
0			$\pm 0,09$
5			$\pm 0,12$
10			$\pm 0,15$

6.10.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений коэффициента рассогласования находятся в допускаемых пределах, указанных в таблице 6.10.1.

6.11 Определение МХ модулей К-А1239

6.11.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и напряжения переменного тока на частоте 1 кГц

6.11.1.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 6.11.1. Зафиксировать измеренные модулем значения напряжения постоянного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.11.1. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока δ_U по формуле (1).

Таблица 6.11.1

Установленные значения напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Допускаемые значения погрешности, мВ
-10			± 210
-5			± 140
-1			± 84
0			± 70
1			± 84
5			± 140
10			± 210

6.11.1.2 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала на частоте 1000 Гц СКЗ напряжения переменного тока в соответствии с таблицей 6.11.2. За-

фиксировать измеренные модулем СКЗ напряжения переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения и внести их в таблицу 6.11.2. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение абсолютной погрешности измерений ΔU , В, по формуле (4).

Таблица 6.11.2

Установленные СКЗ напряжения, В	Измеренные значения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	Допускаемые значения погрешности, мВ
-7			±147
-3,5			±98
-0,7			±59
0			±49
0,7			±59
3,5			±98
7			±147

6.11.1.3 Выполнить операции по п.п. 6.11.1.1-6.11.1.2 для остальных каналов модуля.

ПРИМЕЧАНИЕ: допускается одновременная подача напряжения с калибратора-вольтметра и проведение измерений для нескольких входных каналов модуля.

6.11.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и СКЗ напряжения переменного тока на частоте 1 кГц находятся в пределах, указанных в таблицах 6.11.1 и 6.11.2, соответственно.

6.11.2 Определение полосы пропускания

6.11.2.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход произвольным образом выбранного канала СКЗ напряжения переменного тока 3 В на частотах в соответствии с таблицей 6.11.3. Зафиксировать измеренные модулем СКЗ напряжения переменного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения частоты и внести их в таблицу 6.11.3.

Таблица 6.11.3

Установленные значения частоты, Гц	Измеренные значения напряжения, В	Неравномерность АЧХ, дБ
10		
100		
1000		
10000		
20000		
22500		

6.11.2.3 Рассчитать для каждого установленного значения частоты неравномерность АЧХ δ_f (дБ) по формуле (5):

6.11.2.4 Результаты поверки считать положительными, если абсолютные значения неравномерности АЧХ в диапазоне частот от 20 Гц до 22500 Гц не превышают 0,1 дБ.

6.12 Определение МХ модулей К-АО265

6.12.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

6.12.1.1 Последовательно подавать с выхода 1-го канала модуля на вход калибратора-вольтметра в режиме измерений силы постоянного тока силу постоянного тока в соответствии с таблицей 6.12.1. Зафиксировать измеренные калибратором-вольтметром значения силы постоянного тока для каждого установленного на выходе модуля значения и внести их в таблицу 6.12.1. Рассчитать для каждого установленного значения силы тока значение абсолютной погрешности воспроизведения ΔI по формуле (8).

$$\Delta I = I - I_0 \quad (8)$$

где I – значение силы тока, установленное на выходе модуля, мА;

I_0 – измеренное калибратором-вольтметром значение силы тока, мА.

Таблица 6.12.1

Установленные значения силы тока, мА	Измеренные значения силы тока, мА	Абсолютная погрешность воспроизведения, мА	Допускаемые значения погрешности, мА
-20			$\pm 0,700$
-15			$\pm 0,655$
-10			$\pm 0,610$
-5			$\pm 0,565$
0			$\pm 0,520$
5			$\pm 0,565$
10			$\pm 0,610$
15			$\pm 0,655$
20			$\pm 0,700$

6.12.1.2 Выполнить операции по п.п. 6.12.1.1 для остальных каналов модуля.

6.12.1.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в пределах, указанных в таблице 6.12.3.

6.13 Определение МХ модулей К-9АЮ

6.13.1 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений силы постоянного тока

6.13.1.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала силу постоянного тока, значения которой равномерно распределены в 5 точках соответствующего диапазона измерений, включая начальную и конечную точки диапазона. Зафиксировать измеренные модулем значения силы постоянного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения силы тока значение основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений силы постоянного тока γ_I , %, по формуле (9).

$$\gamma_I = (I - I_0) / (I_B - I_H) \cdot 100\%, \quad (9)$$

где I_0 – значение силы тока, установленное на калибраторе-вольтметре, мА;

I – измеренное модулем значение силы тока, мА;

I_B – верхний предел диапазона измерений, мА;

I_H – нижний предел диапазона измерений, мА.

6.13.1.2 Выполнить операции по п.п. 6.13.1.1 для остальных каналов модуля и для всех диапазонов измерений.

6.13.1.3 Результаты поверки считать положительными, если значения основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений силы постоянного тока находятся в пределах $\pm 0,1$ %.

6.13.2 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока

6.13.2.1 Последовательно подавать с выхода калибратора-вольтметра на вход 1-го канала напряжение постоянного тока, значения которого равномерно распределены в 5 точках диапазона измерений, включая ноль (для диапазонов с разнознаковыми пределами), начальную и конечную точки диапазона. Зафиксировать измеренные модулем значения напряжения постоянного тока для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения. Рассчитать для каждого установленного на калибраторе-вольтметре значения напряжения значение основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока γ_U , %, по формуле (10).

$$\gamma_U = (U - U_0)/(U_B - U_H) \cdot 100\%, \quad (10)$$

где U_0 – значение напряжения, установленное на калибраторе-вольтметре, В;

U – измеренное модулем значение напряжения, В;

U_B – верхний предел диапазона измерений, В;

U_H – нижний предел диапазона измерений, В.

6.13.2.2 Выполнить операции по п.п. 6.13.2.1 для остальных каналов модуля.

6.13.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах $\pm 0,1$ %.

6.13.3 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону воспроизведения) погрешности воспроизведения силы постоянного тока

6.13.3.1 Последовательно подавать с выхода 1-го канала модуля на вход калибратора-вольтметра силу постоянного тока, значения которой равномерно распределены в 5 точках соответствующего диапазона измерений, включая начальную и конечные точки диапазона. Зафиксировать измеренные калибратором-вольтметром значения силы постоянного тока для каждого установленного значения. Рассчитать для каждого установленного на выходе модуля значения силы тока значение основной приведенной (к диапазону воспроизведения) погрешности воспроизведения силы постоянного тока γ_I , %, по формуле (11).

$$\gamma_I = (I - I_0)/(I_B - I_H) \cdot 100\%, \quad (11)$$

где I – значение силы тока, установленное на выходе модуля, мА;

I_0 – измеренное калибратором-вольтметром значение силы тока, мА;

I_B – верхний предел диапазона воспроизведения, мА;

I_H – нижний предел диапазона воспроизведения, мА.

6.13.3.2 Выполнить операции по п.п. 6.13.3.1 для остальных каналов модуля и для всех диапазонов воспроизведения.

ПРИМЕЧАНИЕ: при проведении периодической поверки допускается проводить измерения только для диапазона измерений от 0 до 20 мА.

6.13.3.3 Результаты поверки считать положительными, если значения основной приведенной (к диапазону воспроизведения) погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в пределах $\pm 0,150$ в диапазонах воспроизведения от 0 до 20 и от 4 до 20 мА и $\pm 0,225$ в диапазоне воспроизведения от 0 до 5 мА.

6.14 Определение МХ модулей К-8Л1

6.14.1 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока

6.14.1.1 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока провести аналогично п. 6.13.2.1 для всех каналов модуля и для всех диапазонов измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ: при проведении периодической поверки допускается проводить измерения только для диапазонов измерений от 0 до 10 мВ и от -500 до 500 мВ.

6.14.1.2 Результаты поверки считать положительными, если значения основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах $\pm 0,15$ % в диапазонах измерений от 0 до 10 мВ и от -6,154 до +76,360 мВ; $\pm 0,10$ % в остальных диапазонах измерений.

6.14.2 Определение диапазона и основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений сопротивления постоянному току

6.14.2.1 Подключить посредством кабелей клеммы магазина сопротивления к клеммам модуля.

6.14.2.2 Последовательно устанавливать на магазине сопротивлений сопротивление постоянному току, значения которого равномерно распределены в 5 точках соответствующего диапазона измерений, включая начальную и конечную точки диапазона. Зафиксировать измеренные модулем значения сопротивления постоянному току для каждого установленного на магазине значения. Рассчитать для каждого установленного на магазине значения сопротивления значение основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений сопротивления постоянному току γ_R , %, по формуле (12).

$$\gamma_R = (R - R_0)/(R_B - R_H) \cdot 100\%, \quad (12)$$

где R_0 – значение сопротивления постоянному току, установленное на магазине, Ом;

R – измеренное модулем значение силы тока, Ом;

R_B – верхний предел диапазона измерений, Ом;

R_H – нижний предел диапазона измерений, Ом.

6.14.2.2 Выполнить операции по п.п. 6.14.2.1 для остальных каналов модуля и для всех диапазонов измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ: при проведении периодической поверки допускается проводить измерения только для диапазона измерений от 10 до 500 Ом.

6.14.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений сопротивления постоянному току находятся в пределах $\pm 0,1$ %.

6.15 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора ПО)

6.15.1 Осуществить проверку соответствия следующих заявленных идентификационных данных ПО:

– идентификационное наименование ПО;

– номер версии (идентификационный номер) ПО.

6.15.2 Проверка номеров версий (идентификационных номеров) ПО:

1) открыть папку с программным пакетом «cRIO Energo Measurement System» (по умолчанию папка C:\Program files\cRIO Energo Measurement System);

2) нажать правой кнопкой манипулятора «Мышь» на файл исполняемой программы EnergoApplication.exe. В открывшемся меню выбрать «Свойства»;

3) выбрать вкладку «Подробно»;

4) напротив строки «Наименование продукта» зафиксировать отображаемые значения.

5) напротив строки «Версия продукта» зафиксировать цифровой код;

6.15.3 Для исполняемого файла TkAConf.exe проверку провести аналогичным порядком.

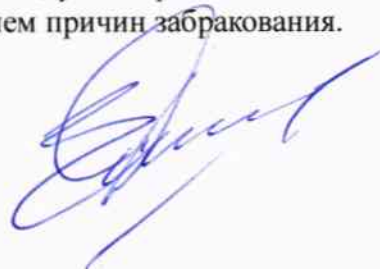
6.15.4 Результат проверки считать положительными, если номер версии исполняемого файла EnergoApplication.exe не ниже 2.0.6.1, а номер версии исполняемого файла TkAConf.exe не ниже v.2016.10.2458.26187.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При поверке вести протокол произвольной формы.

7.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г. При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке. При отрицательных результатах поверки модули к применению не допускаются и на них выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Главный метролог ООО «АСК Экспресс»



В.В. Супрунок