

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

М.Л.

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Контроллеры программируемые логические ИТ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-137-2023

г. Чехов, 2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры программируемые логические ИТ (далее по тексту – контроллеры), изготовленные Обществом с ограниченной ответственностью «Институт Теплоэнергетики» (ООО «Институт Теплоэнергетики») и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Действие данной методики поверки распространяется на контроллеры, находящиеся в эксплуатации.

1.3 Контроллеры обеспечивают прослеживаемость к:

- к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 года;

- к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года;

- к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 604 от 21 марта 2023 года;

- Государственному первичному эталону единицы времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 года.

1.4 Метрологические характеристики контроллера подтверждаются непосредственным сличением с основными средствами поверки.

1.5 Допускается проведение поверки контроллеров в части отдельных измерительных каналов (далее – ИК) в соответствии с заявлением владельца контроллера с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 2 описания типа.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при	9.1	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал			
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока	9.2	Да	Да
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в цифровой сигнал	9.3	Да	Да
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал напряжения постоянного тока	9.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных импульсных сигналов в цифровой сигнал	9.5	Да	Да
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 в цифровой сигнал	9.6	Да	Да
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585-2001 в цифровой сигнал	9.7	Да	Да
Оформление результатов поверки средства измерений	10	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25
 - относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
 - атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки контроллеров применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
Основные средства поверки		
9	Средство воспроизведений аналоговых сигналов силы постоянного тока от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 8 мкА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6(R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор MC6)
9	Средство измерений аналоговых сигналов силы постоянного тока от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 8 мкА	Калибратор MC6
9	Средство воспроизведений аналоговых сигналов напряжения постоянного тока от минус 10 до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2,5$ мВ	Калибратор MC6
9	Средство воспроизведений аналоговых сигналов напряжения постоянного тока от минус 1 до 1 В (используется для проведения поверки модулей аналогового ввода IT-3844, IT-3864 и IT-3874), пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 11 мкВ	Калибратор MC6
9	Средство воспроизведений аналоговых сигналов напряжения постоянного тока от минус 1 до 1 В (используется для проведения поверки модуля аналогового ввода IT-3854), пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 4 мкВ	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A (регистрационный номер 70345-18 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор Fluke)
9	Средство измерений аналоговых сигналов напряжения постоянного тока от минус 10 до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2,5$ мВ	Калибратор MC6
9	Средство воспроизведений последовательности импульсов от 1 до 9999 импульсов. Диапазон частоты воспроизведения последовательности импульсов 1000 Гц	Калибратор MC6
9	Средство воспроизведений сопротивлений от 18 до 5010 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,15$ Ом	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная MC3070-1 (регистрационный № 50281-12 в ФИФОЕИ) (далее – магазин сопротивления)
Вспомогательное оборудование		
6 – 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от	Прибор комбинированный Testo 622 (регистрационный

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
	15 до 25 °C, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±0,5 °C	номер № 53505-13 в ФИФОЕИ)
6 – 9	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 5 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±5 %	
6 – 9	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,5 кПа	
7 – 9	Персональный компьютер с программным обеспечением OpenPCS или Codesys 3.5	–

4.2 Допускается использование средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть зарегистрированы в ФИФОЕИ, утвержденного типа, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

4.4 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утверждённым законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и контроллеров, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки средства измерений, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы контроллеров и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5.3 Работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания.

5.4 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

5.5 Конструкция соединительных элементов контроллера и средств поверки должна обеспечивать надежность крепления контроллера и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра контроллера устанавливают:

- соответствие модификации контроллера и его заводского номера маркировке на табличке и в паспорте;
- соответствие комплектности контроллера паспорту и описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, а также узлов и деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- наличие маркировки и надписей, относящиеся к местам присоединения и управления;
- исправность устройств для присоединения внешних электрических цепей.

6.2 Результаты поверки по б считают положительными, если:

- заводской номер и модификация контроллера на табличке соответствует указанным в паспорте
- комплектность контроллера соответствует паспорту и описанию типа;
- отсутствуют внешние повреждения, а также узлы и детали с ослабленным или неисправным креплением;
- имеются маркировка и надписи, относящиеся к местам присоединения и управления.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- контроллер и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов, если они находились в условия, отличных от указанных в разделе 3;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;
- контроллер включают в сеть в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации.
- через одну минуту после включения убеждаются, что индикатор PWR светится постоянно, а индикаторы: SYS и RUN мигают.

7.2 Результаты поверки по п. 7 считают положительными, если через одну минуту после включения контроллера горит индикатор PWR; индикаторы: SYS и RUN мигают и не горит индикатор ERR.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) контроллеров проводят сравнением идентификационных данных программного обеспечения контроллера с идентификационными данными зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа контроллеров.

8.2 Результаты поверки по 8 считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения контроллера соответствуют идентификационным данным, отраженным в описании типа.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал

9.1.1 Контроллер подключают к калибратору МС6, установленному в режим воспроизведения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.1.2 С помощью калибратора МС6 задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 50; 100 % диапазона измерений силы постоянного тока.

9.1.3 С персонального компьютера, подключенного к контроллеру, считывают значения входного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют основную приведенную к диапазону измерений погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал γ_I , %, по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot 100, \quad (1)$$

- где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям контроллера, мА;
 $I_{\text{эт}}$ – показание калибратора МС6 в контрольной точке, мА;
 I_{\max}, I_{\min} – максимальное и минимальное значения границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока, мА.

9.1.4 Результаты поверки по 9.1 считаются положительными, если основная приведенная к диапазону измерений погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока

9.2.1 Контроллер подключают к калибратору МС6, установленному в режим измерения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.2.2 С персонального компьютера задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 50; 100 % диапазона воспроизведения силы постоянного тока.

9.2.3 С дисплея калибратора МС6 считывают значения выходного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют основную приведенную к диапазону измерений погрешность контроллера при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока $\gamma_{I_{\text{вых}}}$, %, по формуле

$$\gamma_{I_{\text{вых}}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{эт}}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot 100, \quad (2)$$

- где $I_{\text{зад}}$ – значение силы постоянного тока, задаваемого контроллером, мА.

9.2.4 Результаты поверки по 9.2 считаются положительными, если основная приведенная к диапазону измерений погрешность контроллера при измерении и преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока, рассчитанная по формуле (2), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.3 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в цифровой сигнал

9.3.1 Контроллер подключают к калибратору МС6, установленному в режим воспроизведения аналоговых сигналов напряжения постоянного тока, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.3.2 С помощью калибратора МС6 задают электрический сигнал напряжения

постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 50; 100 % диапазона измерений напряжения постоянного тока.

9.3.3 С персонального компьютера, подключенного к контроллеру, считывают значения входного сигнала напряжения постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют основную приведенную к диапазону измерений погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в цифровой сигнал γ_U , %, по формуле

$$\gamma_U = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}}{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока в контрольной точке по показаниям контроллера, В;

$U_{\text{эт}}$ – показание калибратора МС6 в контрольной точке, В;

$U_{\text{max}}, U_{\text{min}}$ – максимальное и минимальное значения границы диапазона аналогового сигнала напряжения постоянного тока, В.

9.3.4 Результаты поверки по 9.3 считают положительными, если основная приведенная к диапазону измерений погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (3), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал напряжения постоянного тока

9.4.1 Контроллер подключают к калибратору МС6, установленный в режим измерения аналоговых сигналов напряжения постоянного тока, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.4.2 С персонального компьютера задают электрический сигнал напряжения постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 50; 100 % диапазона воспроизведения напряжения постоянного тока.

9.4.3 С экрана калибратора МС6 считывают значения выходного сигнала напряжения постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют основную приведенную к диапазону измерений погрешность контроллера при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал напряжения постоянного тока $\gamma_{U_{\text{вых}}}$, %, по формуле

$$\gamma_{U_{\text{вых}}} = \frac{U_{\text{зад}} - U_{\text{эт}}}{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $U_{\text{зад}}$ – значение напряжения постоянного тока, задаваемого контроллером, В.

9.4.4 Результаты поверки по 9.4 считают положительными, если основная приведенная к диапазону измерений погрешность контроллера при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал напряжения постоянного тока, рассчитанная по формуле (4), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.5 Определение абсолютной погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных импульсных сигналов в цифровой сигнал

9.5.1 Контроллер подключают к калибратору МС6, установленный в режим воспроизведения импульсов, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.5.2 С помощью калибратора МС6 фиксированное количество раз (не менее трех) задают импульсный сигнал (9999 импульсов), предусмотрев синхронизацию начала счета. Частота подаваемого сигнала 1000 Гц.

9.5.3 С персонального компьютера, подключенного к контроллеру, считывают измеренное количество импульсов и вычисляют абсолютную погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных импульсных сигналов в цифровой сигнал Δ_n , импульсы, по формуле

$$\Delta_n = n_{изм} - n_{эт}, \quad (5)$$

где $n_{изм}$ – количество импульсов, подсчитанное контроллером, импульсы;

$n_{эт}$ – количество импульсов, заданное калибратором МС6, импульсы.

9.5.4 Результаты поверки по 9.5 считают положительными, если абсолютная погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных импульсных сигналов в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (5), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.6 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 в цифровой сигнал

9.6.1 Контроллер подключают к магазину сопротивления, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.6.2 С помощью магазина сопротивления устанавливают электрический сигнал термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 50; 100 % диапазона измерений сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009.

9.6.3 С персонального компьютера, подключенного к контроллеру, считывают значения входного сигнала термопреобразователей сопротивления ГОСТ 6651–2009 и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 в цифровой сигнал γ_{TC} , °C, по формуле

$$\gamma_{TC} = \frac{t_{изм} - t_{эт_tc}}{t_{max_TC} - t_{min_TC}} \cdot 100 \quad (6)$$

где $t_{изм}$ – значение температуры по показаниям контроллера, °C;

$t_{эт_tc}$ – показание магазина сопротивления пересчитанное значение температуры по ГОСТ 6651–2009 в контрольной точке, °C;

t_{max_TC} , t_{min_TC} – максимальное и минимальное значения границы диапазона измерений сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 согласно описанию типа, °C.

9.6.4 Результаты поверки по 9.6 считают положительными, если приведенная погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (6), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

9.7 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности контроллера при измерении и преобразовании входных сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 в цифровой сигнал

9.7.1 Контроллер подключают к калибратору МС6 или калибратору Fluke (для модуля аналогового ввода ИТ-3854), установленному в режим воспроизведения сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.7.2 С персонального компьютера в контроллере устанавливают значение температуры холодного спая термопары равной 0 °C. В калибратор МС6 или калибратор Fluke вводят значение температуры холодного спая термопары равной 0 °C.

9.7.3 С помощью калибратора МС6 или калибратора Fluke задают электрический сигнал термопар по ГОСТ Р 8.585–2001. В качестве контрольных точек принимают точки,

соответствующие 0; 50; 100 % диапазона измерений сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001.

9.7.4 С персонального компьютера, подключенного к контроллеру, считывают значения входного сигнала термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 и в каждой контрольной точке вычисляют приведенную погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 в цифровой сигнал γ_{TP} , °C, по формуле

$$\gamma_{\text{TP}} = \frac{t_{\text{изм}} - t_{\text{эт_тп}}}{t_{\text{max_тп}} - t_{\text{min_тп}}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $t_{\text{эт_тп}}$

- показание калибратора MC6 или калибратора Fluke в контрольной точке, °C.

$t_{\text{max_тп}}, t_{\text{min_тп}}$

- максимальное и минимальное значения границы диапазона измерений сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 согласно описанию типа, °C.

9.7.5 Результаты поверки по 9.7 считают положительными, если приведенная погрешность контроллера при измерении и преобразовании входных сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 в цифровой сигнал, рассчитанная по формуле (7), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в описании типа.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки.

10.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

10.3 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца) в части отдельных измерительных каналов, в сведениях о поверке в ФИФОЕИ указывают информацию об объеме проведенной поверки.

10.4 По заявлению владельца контроллера или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.