

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы измерительно-вычислительные и управляющие FCOS

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-1013-2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительно-вычислительные и управляющие FCOS (далее – комплексы) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений применяется метод прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Модуль (WIB) (номер детали 4723006)	
Диапазон измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей, мВ/В	от 0 до ± 4
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей, %	$\pm 0,05$
Диапазон воспроизведения силы постоянного электрического тока, мА	от 0 до 20 от 4 до 20
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока, %:	
- в диапазоне от 0 до 20 мА	$\pm 0,5$
- в диапазоне от 4 до 20 мА	$\pm 0,3$
Модуль AI/AO (номер детали 4723005)	
Диапазон измерений силы постоянного электрического тока, мА	от 0 до 20 от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока, %	$\pm 0,2$
Диапазон измерений постоянного электрического напряжения, В	от -2,5 до 2,5 от -5 до 5 от -10 до 10
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений постоянного электрического напряжения, %	$\pm 0,2$
Диапазон воспроизведения силы постоянного электрического тока, мА	от 0 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного электрического тока, %	$\pm 0,6$
Диапазон воспроизведения постоянного электрического напряжения, В	от -10 до 10
Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения, %	$\pm 0,6$
Примечание – Нормирующим значением для приведенной погрешности является максимальное значение диапазона.	

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к Государственному первичному эталону:

- ГЭТ 4-91 в соответствии с приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

- ГЭТ 13-2023 в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

1.6 Допускается по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, проведение поверки отдельных измерительных каналов, с указанием об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки последовательно выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +20 до +30
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106

3.2 При проведении поверки должны отсутствовать вибрации, тряски, удары, влияющие на работу комплексов.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, и изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +20 °C до +30 °C с абсолютной погрешностью не более ± 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18

Продолжение таблицы 3

1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы силы постоянного электрического тока и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1×10^{-16} до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне значений силы постоянного электрического тока от 0 до 20 мА с абсолютной погрешностью не более ± 4 мкА	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег.№ 70345-18;
	Эталоны единицы постоянного электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне значений постоянного электрического напряжения от -10 до 10 В	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег.№ 70345-18; Мультиметр 3458A, рег.№ 25900-03
	Средства измерений, электрического сопротивления постоянного тока, номинальное значение электрического сопротивления 1 кОм с относительной погрешностью не более $\pm 0,021$ %	Магазины сопротивления P4831, рег.№ 6332-77
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении, проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемого средства измерений, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и «Правилами устройства электроустановок» (раздел VII).

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплексов следующим требованиям:

- комплектность комплексов соответствует требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;
- информация на маркировочной табличке соответствует требованиям эксплуатационной документации;

7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются требования, изложенные в п. 7.2. При несоответствии комплексов любому из требований п. 7.2 результат внешнего осмотра считают отрицательным.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Средства поверки и комплекс подготавливают к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- перед проведением поверки средства измерений и эталоны должны быть выдержаны не менее двух часов в помещении, где проводится поверка.

8.3 Опробование комплексов проводить в следующей последовательности:

8.3.1 Подключить комплекс в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.2 Дождаться, пока сенсорный экран полностью активируется и убедиться, что сенсорный экран отображает изображение и реагирует на касания;

8.3.3 Результаты опробования считаются положительными, если загорелся индикатор включения и включится сенсорный экран комплекса. При отсутствии индикации включения, результаты опробования считаются отрицательными.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 При проверке программного обеспечения проверяются идентификационные данные программного обеспечения (далее – ПО) указанного в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	HMI	FCOS
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2025.01	2025.01
Цифровой идентификатор ПО	-	-

9.2 Для проверки ПО сравнить идентификационное наименование ПО, указанное в заголовке программы, а также номер версии ПО, указанный в меню «Помощь» – «О программе», с соответствующим значением в таблице 4.

9.3 Результаты проверки ПО считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в описании типа, руководстве по эксплуатации и таблице 4. При несоответствии идентификационных данных ПО указанным в описании типа, руководстве по эксплуатации и таблице 4, результаты проверки ПО считать отрицательными.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока

10.1.1 Определение приведенной погрешности измерений силы постоянного тока проводится при помощи калибратора многофункционального Fluke 5522A (далее по тексту – калибратор) не менее, чем в 5 контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений.

10.1.2 Калибратор подключить на вход ИК модуля ввода-вывода аналоговых сигналов AI/AO и задать значения силы постоянного электрического тока в контрольных точках.

10.1.3 По показаниям на сенсорном экране измерить значение силы постоянного электрического тока для поверяемого ИК, для каждой контрольной точки i :

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

$$\Delta_{ci} = \max\{|Y_{ij} - X_i|\}, \quad (1)$$

10.1.4 Определить по 10.1.1-10.1.3 приведенную погрешность для каждого ИК на каждом поддиапазоне по формуле (2).

$$\gamma X = \frac{\Delta_{ci}}{X_N} \cdot 100, \quad (2)$$

где X_N – Нормируемым значением для приведенной погрешности является максимальное значение диапазона.

10.1.5 Результаты определения погрешности измерений силы постоянного электрического тока считаются положительными, если полученные значения приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности измерений силы постоянного электрического тока считаются отрицательными, если полученные значения приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока превышают значение, указанное в таблице 1.

10.2 Определение приведенной погрешности измерений постоянного электрического напряжения

10.2.1 Определение приведенной погрешности измерений постоянного электрического напряжения проводится при помощи калибратора не менее, чем в 5 контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений.

10.2.2 Калибратор подключить на вход ИК модуля ввода-вывода аналоговых сигналов AI/AO и задать значения постоянного электрического напряжения в контрольных точках.

10.2.3 По показаниям на сенсорном экране измерить значение постоянного электрического напряжения для поверяемого ИК, для каждой контрольной точки i :

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

10.2.4 Определить по 10.2.1-10.2.3 приведенную погрешность для каждого ИК на каждом поддиапазоне по формуле (2).

10.2.5 Результаты определения погрешности измерений постоянного электрического напряжения считаются положительными, если полученные значения приведенной погрешности измерений постоянного электрического напряжения не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности измерений постоянного электрического напряжения считаются отрицательными, если полученные значения приведенной погрешности измерений постоянного электрического напряжения превышают значение, указанное в таблице 1.

10.3 Определение приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного электрического тока

10.3.1 Определение приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного электрического тока проводится при помощи Мультиметра 3458А (далее по тексту – мультиметр) не менее, чем в 5 контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных в пределах диапазона воспроизведения.

10.3.2 На сенсорном экране задать значение силы постоянного электрического тока X_i для поверяемого ИК, для каждой контрольной точки i .

10.3.3 Мультиметр подключить на выход ИК модуля и измерить значения силы постоянного электрического тока Y_i для каждой контрольной точки i :

- за оценку абсолютной погрешности Δ_{ci} ИК в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле (3).

$$\Delta_{ci} = X_i - Y_i, \quad (3)$$

10.3.4 Определить по 10.3.1-10.3.3 приведенную погрешность для каждого ИК на каждом поддиапазоне по формуле (2).

10.3.5 Результаты определения погрешности воспроизведения силы постоянного электрического тока считаются положительными, если полученные значения приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного электрического тока не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности воспроизведения силы постоянного электрического тока считаются отрицательными, если полученные значения приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного электрического тока превышают значение, указанное в таблице 1.

10.4 Определение приведенной погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения

10.4.1 Определение приведенной погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения проводится при помощи мультиметра не менее, чем в 5 контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределенных в пределах диапазона воспроизведения.

10.4.2 На сенсорном экране задать значение постоянного электрического напряжения X_i для поверяемого ИК, для каждой контрольной точки i .

10.4.3 Мультиметр подключить на выход ИК модуля и измерить значения постоянного электрического напряжения Y_i для каждой контрольной точки i :

- за оценку абсолютной погрешности Δ_{ci} ИК в i -й проверяемой точке принимают значение, вычисляемое по формуле (3).

10.4.4 Определить по 10.4.1-10.4.3 приведенную погрешность для каждого ИК на каждом поддиапазоне по формуле (2).

10.4.5 Результаты определения погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения считаются положительными, если полученные значения приведенной погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения считаются отрицательными, если полученные значения приведенной погрешности воспроизведения постоянного электрического напряжения превышают значение, указанное в таблице 1.

10.5 Определение приведенной погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей

10.5.1 Определение приведенной погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей (далее по тексту – тензодатчика) выполняют в 10 контрольных точках равномерно распределенных в пределах диапазона измерений при помощи калибратора в режиме воспроизведения постоянного электрического напряжения, магазинов сопротивления Р4831 и мультиметра 3458А в режиме измерений постоянного электрического напряжения.

10.5.2 Установить режим визуализации результатов измерений в "мкВ/В" на сенсорном экране комплекса.

10.5.3 Собрать схему, показанную на рисунке 1.

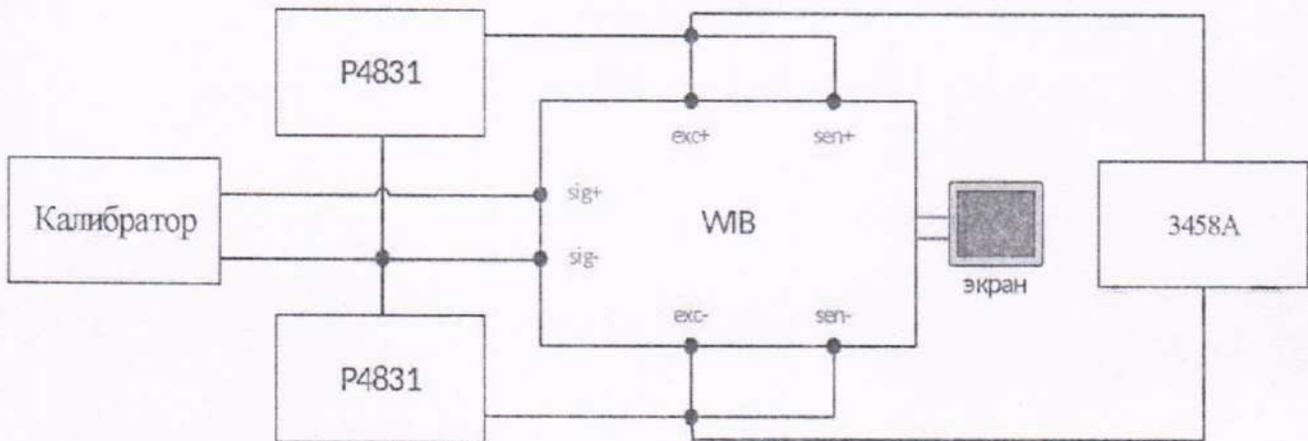


Рисунок 1 – Схема подключения

10.5.4 Установить значения сопротивления 1 кОм на магазинах сопротивления P4831.

10.5.5 Установить последовательно значения входного сигнала $U_{вх_i}$ постоянного электрического напряжения на калибраторе соответствии с таблицей 5. Результаты занести в таблицу 5.

10.5.6 Записать измеренное напряжение питания тензодатчика $U_{пит_i}$ по показаниям мультиметра при каждом установленном на калибраторе значении $U_{вх_i}$ в таблицу 5.

10.5.7 Вычислить расчетное (номинальное) значение рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей K_{p_i} по формуле (4) и занести результаты в таблицу 5.

$$K_{p_i} = \left| \frac{U_{вх_i}}{U_{пит_i}} \right|, \quad (4)$$

10.5.8 Записать результаты измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивного преобразователя $K_{изм_i}$ по показаниям на экране комплекса в таблицу 5.

10.5.9 Для оценки основной абсолютной погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей, рассчитать значение по формуле (5) в каждой контрольной точке диапазона.

$$\Delta_{K_i} = \left| K_{изм_i} - K_{p_i} \right|, \quad (5)$$

10.5.10 Определить основную приведенную погрешность измерений по формуле (6), где нормируемым значением для приведенной погрешности является максимальное значение диапазона измерений (4 мВ/В):

$$\gamma_{K_i} = \frac{\Delta_{K_i}}{X_N} \cdot \frac{100}{10^3}, \quad (6)$$

где Δ_{K_i} – основная абсолютная погрешность измерений, мкВ/В;
 X_N – нормируемое значение приведенной погрешности, мВ/В.

10.5.1 Результаты занести в таблицу 5

Таблица 5 – Определение приведенной погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей

Входной сигнал $U_{вх,i}$, мкВ	Измеренное напряжение питания тензодатчика $U_{пит,i}$, В	Рабочий коэффициент передачи тензодатчика		Основная абсолютная погрешность измерений Δ_{Ki} , мкВ/В	Основная приведенная погрешность измерений γ_{Ki} , %
		Расчетное (номинальное) значение $K_{p,i}$, мкВ/В	Результат измерений $K_{изм,i}$, мкВ/В		
18430					
14550					
9700					
4850					
970					
-970					
-4850					
-9700					
-14550					
-18430					

10.5.2 Результаты определения погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей считаются положительными, если полученные значения приведенной погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей считаются отрицательными, если полученные значения приведенной погрешности измерений рабочего коэффициента передачи тензорезистивных преобразователей превышают значение, указанное в таблице 1.

10.6 Соответствие средства измерений обязательным метрологическим требованиям подтверждается и результаты поверки считаются положительными, если при проведении всех операций по таблице 2 настоящей методики поверки получены положительные результаты и метрологические характеристики не превышают значений, указанных в таблице 1. Соответствие средства измерений обязательным метрологическим требованиям не подтверждается и результаты поверки считаются отрицательными, если при проведении любой операции по таблице 2 настоящей методики поверки получены отрицательные результаты.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 Результаты поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

11.3 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в формуляре, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.