



Государственная система обеспечения единства измерений
Модули контроля и управления МКУ-0218

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-189-2023

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули контроля и управления МКУ-0218 (далее по тексту – модули) и устанавливает методику его 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 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в приложении А.

1.4 Модули обеспечивают прослеживаемость к:

ГЭТ 13-2001 приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

ГЭТ 1-2022 приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

ГЭТ 4-91 приказом Росстандарта от 01 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 14-2014 приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока».

1.4 Проведение поверки отдельных измерительных каналов или диапазонов измерений не допускается.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик	10	Да	Да
4.1 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока	10.1	Да	Да
4.2 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока	10.2	Да	Да
4.3 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока от первичных преобразователей температуры	10.3	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
4.4 Определение абсолютной погрешности измерений частоты	10.4	Да	Да
4.5 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока от первичных преобразователей температуры	10.5	Да	Да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
6 Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25
- относительная влажность окружающей среды, % от 30 до 80

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

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 поверяемый модуль и средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Номер пункта методик и поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
Основные средства поверки		
10.1, 10.3, 10.4	<p>Средство измерений напряжения постоянного тока от 0 до 3.3 В, пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведений $\pm 0,15\%$</p> <p>Средство измерений силы постоянного тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведений $\pm 0,025\%$</p> <p>Средство измерений частоты от 2 до 833 Гц, погрешность установки частоты $\pm 0,002\%$</p>	<p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6(-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФ ОЕИ)</p>

10.2	Средство измерений силы постоянного тока от 0 до 20 А, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 0,02 \%$	Шунт токовый прецизионный АКИП-7501 (регистрационный номер 49121-12 в ФИФ ОЕИ)
10.5	Средство воспроизведений сопротивления постоянного тока от 0 до 100 кОм, Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm [0,02 + 2 \times 10^{-6} (R_k / R - 1)] \%$	Магазин сопротивлений Р4831 (регистрационный номер 6332-77 в ФИФ ОЕИ)
Вспомогательное оборудование		
8-10	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5Д (рег. № 71394-18)	
<p>П р и м е ч а н и я:</p> <p>1) допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p> <p>2) все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим законодательством.</p>		

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 модуля, приведенными в эксплуатационной документации.

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

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

7 Внешний осмотр

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие модуля следующим требованиям:

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

7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если при проведении внешнего осмотра выполняются требования, изложенные выше.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Средства поверки и модуль 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 модуля проводить в следующей последовательности:

8.3.1 Для опробования необходимо включить модуль в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.2 На персональном компьютере запустить программное обеспечение «Монитор» (далее - АРМ модуля) (запрашивается у изготовителя).

8.4 Результаты опробования считаются положительными, если на экране АРМ модуля не обнаружено ошибок и установлена связь с модулем.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 При проверке программного обеспечения проверяется идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения (далее – ПО) в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2 В АРМ модуля открыть вкладку «Информация об устройстве».

9.2 Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SMP.Model-v03;
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	03

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Приведённую (к верхнему пределу измерений) погрешность измерений рассчитывать по формуле (1):

$$\gamma X = \frac{X_i - X_o}{X_B} \cdot 100 \quad (1)$$

где X_i – показание образца;

X_o – показание эталонного средства измерения;

X_B – верхнее значение диапазона измеряемого параметра.

Абсолютную погрешность измерений рассчитывать по формуле (2):

$$\Delta X = X_i - X_o \quad (2)$$

где X_i – показание образца;

X_o – показание эталонного средства измерения;

10.1 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.1.1 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока применяется калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (далее по тексту - калибратор) в режиме генерации напряжения постоянного тока.

10.1.2 Необходимо собрать схему согласно рисунку 1 в соответствии с руководствами по эксплуатации и таблицей 4.

Таблица 4 – Схема внешних подключений измерительных каналов линейных перемещений ротора

Номер измерительного канала п/п	Номер положительного контакта на разъеме DB-15 «Датчики положения»	Номер отрицательного контакта на разъеме DB-15 «Датчики положения»
Канал 1	1	11
Канал 2	2	11
Канал 3	3	11
Канал 4	9	11
Канал 5	10	11



Рисунок 1 – Схема определения погрешностей

10.1.3 При помощи калибратора установить 5 значений равных 0-5, 20-30, 45-55, 70-80, 95-100 % в диапазонах измерений от 0 до 3,3 В, контролируя значение напряжения.

10.1.4 Снять измеренное модулем значение напряжения постоянного тока на вкладке «U.МКУ» в окне «Отображение параметров» АРМ модуля.

10.1.5 Повторить п.10.1.3 – 10.1.4 для остальных измерительных каналов.

10.1.6 Рассчитать значение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока по формуле (1).

10.2 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока

10.2.1 Для определения приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока применяется шунт токовый прецизионный АКИП-7501 (далее по тексту - шунт).

10.2.2 Необходимо собрать схему согласно рисунку 2 в соответствии с руководствами по эксплуатации и таблицей 5.

Таблица 5 – Схема внешних подключений измерительных каналов тока рабочих обмоток

Номер измерительного канала п/п	Номер положительного контакта на клеммах модуля (блок формирователей токов)	Номер отрицательного контакта на клеммах модуля (блок формирователей токов)
Канал 1	Y1.1+	Y1.1-
Канал 2	Y1.2+	Y1.2-
Канал 3	X1.1+	X1.1-
Канал 4	X1.2+	X1.2-
Канал 5	Z1+	Z1-
Канал 6	Y2.1+	Y2.1-
Канал 7	Y2.2+	Y2.2-
Канал 8	X2.1+	X2.1-
Канал 9	X2.2+	X2.2-
Канал 10	Z2+	Z2-

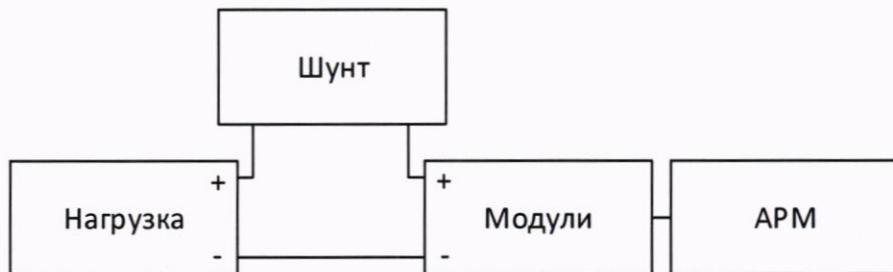


Рисунок 2 – Схема определения погрешностей

10.2.3 При помощи АРМ модуля задать 5 значений силы постоянного тока равных 0-5, 20-30, 45-55, 70-80, 95-100 % в диапазоне измерений от 0 до 20 А, контролируя задаваемые значения шунтом. Установка значений силы постоянного тока проводится следующим образом:

- в окне «Основная панель настроек» АРМ модуля сбросить все коэффициенты в нулевые значения.
- выставить значение коэффициента «Т» для поверяемого канала равное 30.

- колесом мыши увеличивая коэффициент «I» поверяемого канала задать требуемое контрольное значение силы постоянного тока, контролируя задаваемое значение шунтом.

10.2.4 Снять измеренное модулем значение силы постоянного тока на вкладке «Ток» в окне «Отображение параметров» АРМ модуля.

10.2.5 Повторить п.10.2.3 – 10.2.4 для остальных измерительных каналов.

10.2.6 Рассчитать значение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока по формуле (1).

10.3 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока от первичных преобразователей температуры

10.3.1 Для определения приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока от первичных преобразователей температуры применяется калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (далее по тексту - калибратор) в режиме генерации силы постоянного тока.

10.3.2 Необходимо собрать схему согласно рисунку 3 в соответствии с руководствами по эксплуатации и таблицей 6.

Таблица 6 – Схема внешних подключений измерительных каналов температуры рабочих обмоток

Номер измерительного канала п/п	Номер положительного контакта на разъеме XS1 «4÷20 mA»	Номер отрицательного контакта на разъеме XS1 «4÷20 mA»
Канал 1	1	14
Канал 2	2	15
Канал 3	3	16
Канал 4	4	17
Канал 5	5	18
Канал 6	6	19
Канал 7	7	20
Канал 8	8	21
Канал 9	9	22
Канал 10	10	23

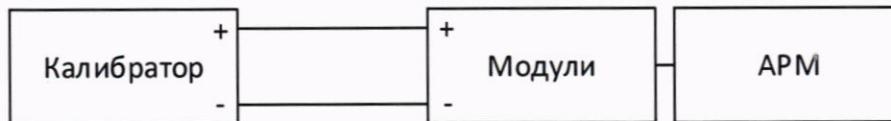


Рисунок 3 – Схема определения погрешностей

10.3.3 Подать с помощью калибратора 5 значений силы постоянного тока равных 0-5, 20-30, 45-55, 70-80, 95-100 % в диапазоне измерений от 4 до 20 мА.

10.3.4 Снять измеренное модулем значение температуры на вкладке «Т.СМП» в окне «Отображение параметров» АРМ модуля.

10.3.5 Определить значение физической величины, измеренной модулем по формуле (3):

$$X_{\text{изм}} = X_{\text{н}} + (X_{\text{в}} - X_{\text{н}}) \cdot \frac{Y_{\text{изм}} - Y_{\text{н}}}{Y_{\text{в}} - Y_{\text{н}}} \quad (3)$$

где $Y_{\text{изм}}$ – измеренное модулем значение температуры, $^{\circ}\text{C}$;

$X_{\text{в}}, X_{\text{н}}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона входного сигнала (сила постоянного тока), мА;

$Y_{\text{в}}, Y_{\text{н}}$ – соответственно верхний ($200 \text{ }^{\circ}\text{C}$) и нижний ($-50 \text{ }^{\circ}\text{C}$) пределы диапазона температуры на который настроен модуль, $^{\circ}\text{C}$.

10.3.6 Рассчитать значение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока от первичных преобразователей температуры по формуле (1).

10.3.7 Повторить п.10.3.3 – 10.3.6 для остальных измерительных каналов.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений частоты

10.4.1 Для определения приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений частоты применяется калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (далее по тексту - калибратор) в режиме генерации частоты.

10.4.2 Необходимо собрать схему согласно рисунку 2 в соответствии с руководствами по эксплуатации и таблицей 7.

Таблица 7 – Схема внешних подключений измерительных каналов частоты вращения

Номер измерительного канала п/п	Номер положительного контакта на разъеме КАС.XS1 «Вход ДЧВ»	Номер отрицательного контакта на разъеме КАС.XS1 «Вход ДЧВ»
Канал 1	3	4
Канал 2	9	5
Канал 3	2	8
Канал 4	7	8

10.4.3 Подать с помощью калибратора прямоугольный сигнал амплитудой 3 В (положительная полярность) на 5 значениях частоты, равных 0-5, 20-30, 45-55, 70-80, 95-100 % в диапазоне от 2 до 833 Гц.

10.4.4 Снять измеренное модулем значение частоты на вкладке «F.МКУ» в окне «Отображение параметров» АРМ модуля.

10.4.5 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений частоты по формуле (2).

10.4.6 Повторить п.10.4.3 – 10.4.5 для остальных измерительных каналов.

10.5 Определение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока от первичных преобразователей температуры

10.5.1 Для определения приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока от первичных преобразователей температуры применяется магазин сопротивлений Р4831 (далее по тексту – магазин).

10.5.2 Необходимо собрать схему, представленную на рисунке 4. в соответствии с руководствами по эксплуатации и таблицей 8.

Таблица 8 – Схема внешних подключений измерительных каналов температуры блока контроля и управления

Номер измерительного канала п/п	Наименование разъема	Номер контакта на разъеме	Номер контакта на разъеме
Канал 1	X1.1	8	15
Канал 2	Y1.1	8	15
Канал 3	X2.1	8	15
Канал 4	Y2.1	8	15
Канал 5	Z1	8	15

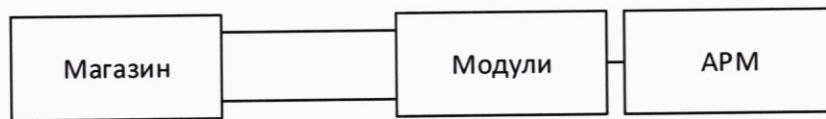


Рисунок 4 – Схема определения погрешностей

10.5.3 Подать с помощью магазина значение сопротивления, равных 0-5, 20-30, 45-55, 70-80, 95-100 % в диапазоне от 40 до 3000 Ом.

10.5.4 Снять измеренное модулем значение сопротивления на вкладке «R.МКУ» в окне «Отображение параметров» АРМ модуля.

10.5.5 Повторить п. 10.5.3 – 10.5.4 для остальных измерительных каналов.

10.5.6 Рассчитать значение приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока по формуле (1).

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки считаются положительными, если при проведении всех операций по таблице 1 настоящей методики, получены положительные результаты.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки модулей 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.

12.2 Результаты поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

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

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

Приложение А (Обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики модулей

Наименование характеристики	Значение
1	2
Измерительные каналы линейных перемещений ротора	
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 3,3
Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	±5
Количество каналов, шт.	5
Измерительные каналы тока рабочих обмоток	
Диапазон измерений силы постоянного тока, А	от 0 до 20
Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока, %	±7,5
Количество каналов, шт.	10
Измерительные каналы температуры рабочих обмоток	
Диапазон измерений силы постоянного тока от первичных преобразователей температуры, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений силы постоянного тока от первичных преобразователей температуры, %	±2,5
Количество каналов, шт.	10
Измерительные каналы температуры блока контроля и управления	
Диапазон измерений электрического сопротивления постоянного тока от первичных преобразователей температуры, Ом	от 40 до 3000
Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока от первичных преобразователей температуры, %	±10
Количество каналов, шт.	5
Измерительные каналы частоты вращения	
Диапазон измерений частоты, Гц	от 2 до 833
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты, Гц	±2
Количество каналов, шт.	4