



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**



Заместитель генерального директора
А.Д. Меньшиков

"14" июня 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**МОДУЛИ АНАЛОГОВОГО ВВОДА/ВЫВОДА
МАН**

Методика поверки
РТ-МП-517-442-2024

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на модули аналогового ввода/вывода МАВ (далее – модули) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемых модулей к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к:

– ГЭТ 4-91 ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091;

– ГЭТ 13-2023 ГПЭ единицы электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3457

1.3 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений на эталонном средстве поверки.

1.4 Определение метрологических характеристик проводить для единиц величин, входящих в функционал модулей. Подтверждаемые метрологические характеристики модулей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Модификация	Наименование характеристики	Значение
МАВ17	Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 5 от 0 до 10
	Диапазон измерений силы постоянного тока, мА	от 0 до 20
	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, силы постоянного тока, %	±0,1
МАВ17-ТП	Диапазон измерений температуры преобразователями термоэлектрическими по ГОСТ 8.585-2001, °С: - тип В - тип J - тип К - тип N - тип E - типы S и R - тип T - тип L	от +400 до +1820 от -210 до +1200 от -200 до +1372 от -200 до +1300 от -200 до +1000 от 0 до +1768 от -250 до +400 от -50 до +800
	Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от -0,05 до +1,25
	Диапазон измерений температуры свободных концов термопреобразователями сопротивления по ГОСТ 6651-2009, °С: - Pt10, Pt50, Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000 - 50M, 100M, 1000M ($\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850 от -180 до +200
	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, температуры, %	±0,1

Модификация	Наименование характеристики	Значение
МАВ17-ТС	Диапазон измерений температуры термопреобразователями сопротивления по ГОСТ 6651-2009, °С: - Pt10, Pt50, Pt100, Pt200, Pt500, Pt1000, 10П, 50П, 100П, 200П, 500П, 1000П - 50М, 100М, 1000М ($\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 50М, 100М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850 от -180 до +200 от -50 до +180
	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений температуры, %	$\pm 0,1$
МАВ17-32	Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 10 от -10 до 10
	Диапазон измерений силы постоянного тока, мА	от 0 до 20
	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, силы постоянного тока, %	$\pm 0,1$
МАВ17-HART	Диапазон измерений силы постоянного тока, мА	от 0 до 20
	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока, %	$\pm 0,1$
МАВ _{БЫВ} 17	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от 0 до 5 от 0 до 10
	Диапазон воспроизведения силы постоянного тока, мА	от 0 до 20
	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,1$
	Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, % - в диапазоне от 0 до 1 мА включ. - в диапазоне св.1 до 20 мА	$\pm(0,1\text{ \%}+0,02\text{ мА})^*$ $\pm 0,1\%^*$
* – 0,1% приведенная к полному диапазону измерений погрешность (от 0 до 20 мА)		
Примечание – за нормирующее значение величины приведенной погрешности по РМГ 29-2013 принимать диапазон измерений (разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений) соответствующей величины или градуировочной характеристики		

1.5 Допускается на основании письменного заявления владельца проводить поверку отдельных измерительных каналов, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений с обязательным указанием объема проведенных работ при оформлении результатов поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Необходимость выполнения при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
- контроль условий поверки	Да	Да	8.1
- опробование средства измерений	Да	Да	8.4
Определение метрологических характеристик средств измерений	Да	Да	9
- определение погрешности измерений и воспроизведения силы постоянного тока	Да	Да	9.1
- определение погрешности измерений и воспроизведения напряжения постоянного тока	Да	Да	9.2
- определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления	Да	Да	9.3
- определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими	Да	Да	9.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационной документацией на средства поверки и поверяемые модули.

4.2 Обязательные требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют. При поверке модулей по месту эксплуатации, при разнесении мест установки монтажных стоек и средства отображения результатов измерений, рекомендуется два специалиста.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средств измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающей среды в диапазоне измерений от 5 % до 80 % с абсолютной погрешностью ± 3 %	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
п. 9.1 Определение погрешности измерений и воспроизведения силы постоянного тока	Калибратор постоянного тока с источником напряжения 24 В (токовая петля), рабочий эталон 2 разряда по приказу Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 в диапазоне до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6-R, рег. № 52489-13 (далее по тексту – MC6-R)
п. 9.2 Определение погрешности измерений и воспроизведения напряжения постоянного тока	Рабочий эталон силы постоянного тока 3 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 в диапазоне до 10 В	
п. 9.4 Определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими	Рабочий эталон напряжения постоянного тока 3 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 в диапазоне до 80 мВ	
п. 9.3 Определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления	Рабочий эталон сопротивления постоянного тока 3 разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 в диапазоне до 4000 Ом	Меры электрического сопротивления постоянного тока многозначные ПрофКиП Р3026-2, класс точности 0,005, рег. № 80584-20) (далее по тексту – магазин сопротивления)
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с указанной точностью или удовлетворяющей требованиям приказа Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \div 100$ А и приказа Росстандарта от 30.12.2019 № 3457 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы		

5.2 Для отображения результатов измерений, конфигурировании и настройки модулей требуется подключение их через эмулятор интерфейса EPLC-BUS ЛЯЮИ.468265.002 к персональному компьютеру (ПК) с предустановленным тестовым программным обеспечением

ELPLC-REMOTE-APP или иные средства подключения по протоколу ELPLC-BUS, обеспечивающие доступ к результатам измерений, конфигурирования и настройки модулей.

При выполнении проверки отдельных измерительных каналов, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений доступ к конфигурированию или настройке модулей может не понадобиться, при условии, что измерительные каналы были заранее настроены на соответствующие измеряемые величины и поддиапазоны измерений.

5.3 При проверке погрешности измерений силы постоянного тока модулей модификации МАВ17-32 в лабораторных условиях требуется наличие кроссового модуля аналогового ввода МКAB17-16 с установленным на поверяемом измерительном канале резистором цепи 120 Ом и кроссовый кабель 37П-37П в соответствии с эксплуатационной документацией. Проверка модулей модификации МАВ17-32 по месту их эксплуатации

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения проверки

При проведении проверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 15 декабря 2020 года № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства проверки и модули.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре модулей проверяется:

- соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа и эксплуатационной документации на модули;

- отсутствие видимых повреждений модулей, которые могут повлиять на метрологические характеристики.

Модули, не отвечающие перечисленным требованиям, дальнейшей проверке не подлежат.

8 Подготовка к проверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проверки

8.1.1 Перед проведением операций проверки выполнить контроль условий окружающей среды.

8.1.2 Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3, с помощью прибора контроля условий проверки (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в комнате, где проводятся операции проверки.

8.1.3 Результаты измерений температуры и относительной влажности должны находиться в пределах, указанных в п. 3. В противном случае проверку не проводят до приведения условий проверки в соответствии с п. 3.

8.2 Модули должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха и относительной влажности, указанных в п. 3, не менее двух часов.

8.3 Для отображения результатов измерений, конфигурирования и настройки модулей требуется предварительное подключение их через эмулятор интерфейса EPLC-BUS ЛЯЮИ.468265.002 к персональному компьютеру (ПК) с предустановленным тестовым программным обеспечением ELPLC-REMOTE-APP или иные средства подключения по

протоколу ELPLC-BUS, обеспечивающие доступ к результатам измерений, конфигурирования и настройки модулей.

При выполнении поверки отдельных измерительных каналов, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений требуется предварительно выполнить настройку поверяемых измерительных каналов в соответствии с эксплуатационной документацией, если измерительные каналы не были заранее настроены на соответствующие измеряемые величины и поддиапазоны измерений.

8.4 При опробовании модулей необходимо удостовериться, что результаты измерений изменяются при изменении подаваемой величины на вход измерительного канала. Модули, не отвечающие данному требованию, признаются непригодным к применению и дальнейшей поверке не подлежат.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение погрешности измерений и воспроизведения силы постоянного тока

9.1.1 Определение погрешности измерений силы постоянного тока выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений силы постоянного тока осуществлять с помощью МС6-R. При необходимости включить источник напряжения токовой петли 24 В.

При поверке погрешности измерений силы постоянного тока модулей модификации МАВ17-32 требуется наличие кроссового модуля аналогового ввода МКAB17-16 с установленным на поверяемом измерительном канале резистором цепи 120 Ом, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.2 Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока (для модификации МАВыв17) выполнять методом прямых измерений. Измерение значений силы постоянного тока осуществлять с помощью МС6-R. Источником напряжения токовой петли является модуль.

9.1.3 Подключение проверяемого измерительного канала (канала для воспроизведения) модуля к МС6-R осуществлять в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

9.1.4 Погрешность измерений (воспроизведения) силы постоянного тока определять не менее чем в пяти контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений (или воспроизведения), включая два крайних значения диапазона. Интервал между значениями контрольных точек не должен превышать 30 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений не более чем на 5 % от диапазона измерений без его превышения.

9.1.5 Отсчет результатов показаний модулей и МС6-R осуществлять после их стабилизации, примерно через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

9.1.6 Обработку результатов измерений, полученных в п. 9.1, выполнять в соответствии с п. 10.1 настоящей методики поверки.

9.2 Определение погрешности измерений и воспроизведения напряжения постоянного тока

9.2.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений напряжения постоянного тока осуществлять с помощью МС6-R.

9.2.2 Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока (для модификации МАВыв17) выполнять методом прямых измерений. Измерение значений напряжения постоянного тока осуществлять с помощью МС6-R.

9.2.3 Подключение проверяемого измерительного канала (или канала для воспроизведения) модуля к МС6-R осуществлять в соответствии с эксплуатационной документацией на них. При определении погрешности измерений (воспроизведения) напряжения постоянного тока в отрицательной области диапазона измерений модуля допускается выполнять подключение к МС6-R с обратной полярностью.

9.2.4 Погрешность измерений (или воспроизведения) напряжения постоянного тока определять не менее чем в пяти контрольных точках, равномерно распределенных внутри

диапазона измерений (или воспроизведения), включая два крайних значения диапазона. Интервал между значениями контрольных точек не должен превышать 30 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений не более чем на 5 % от диапазона измерений без его превышения.

9.2.5 Отсчет результатов показаний модуля и МС6-R осуществлять после их стабилизации, примерно через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

9.2.6 Обработку результатов измерений, полученных в п. 9.2, выполнять в соответствии с п. 10.2 настоящей методики поверки.

9.3 Определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления

9.3.1 Определение погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления выполнять методом прямых измерений. На измерительный канал подавать значение сопротивления постоянного тока, эквивалентное значению температуры в соответствии с проверяемой номинальной статической характеристикой (НСХ) термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009. Воспроизведение значения сопротивления постоянного тока осуществлять с помощью магазина сопротивления.

9.3.2 Подключение проверяемого измерительного канала модуля к магазину сопротивления осуществлять по трехпроводной схеме в соответствии с эксплуатационной документацией на модули.

9.3.3 Погрешность измерений температуры определять не менее чем в пяти контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, включая два крайних значения диапазона. Интервал между значениями контрольных точек не должен превышать 30 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений не более чем на 5 % от диапазона измерений без его превышения.

9.3.4 Отсчет результатов измерений модулей выполнять после стабилизации показаний, примерно через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

9.3.5 Обработку результатов измерений, полученных в п. 9.3, выполнять в соответствии с п. 10.3 настоящей методики поверки.

9.4 Определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими

9.4.1 Определение погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими выполнять методом прямых измерений. Воспроизведение значений напряжения постоянного тока, эквивалентных значениям температуры соответствующих преобразователей термоэлектрических по ГОСТ 8.558-2009, осуществлять с помощью МС6-R.

9.4.2 Компенсацию температуры свободных концов термопреобразователей электрических установить равной 0 °С.

9.4.3 Погрешность измерений температуры определять не менее чем в четырех контрольных точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений, включая два крайних значения диапазона. Интервал между значениями контрольных точек не должен превышать 40 % диапазона измерений. Допускается отклонение от крайних значений не более чем на 5 % от диапазона измерений без его превышения.

9.4.4 Отсчет результатов показаний модулей и МС6-R осуществлять после их стабилизации, примерно через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

9.4.5 Проверку компенсации температуры свободных концов для соответствующих отдельных измерительных каналов модуля модификации МАВ17-ТП выполнять аналогично п. 9.3.

9.4.6 Обработку результатов измерений, полученных в п. 9.4, выполнять в соответствии с п. 10.3 настоящей методики поверки.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Проверка погрешности измерений и воспроизведения силы постоянного тока

10.1.1 По результатам, полученным в п. 9.1, для каждой контрольной точки вычислить значение абсолютной, Δ_I , мА, или приведенной, γ_I , %, погрешности измерений (воспроизведения) силы постоянного тока по формулам:

$$\Delta_I = I_{\text{МAB}} - I_{\text{ЭТ}}, \quad (1)$$

$$\gamma_I = \frac{I_{\text{МAB}} - I_{\text{ЭТ}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $I_{\text{МAB}}$ – показания модуля, мА;

$I_{\text{ЭТ}}$ – показания МС6-R, мА;

$I_{\text{max}}, I_{\text{min}}$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерений силы постоянного тока, мА.

10.1.2 Результаты проверки считать положительными, если погрешность измерений (воспроизведения) силы постоянного тока в каждой контрольной точке не превышает указанных в таблице 1.

10.2 Проверка погрешности измерений и воспроизведения напряжения постоянного тока

10.2.1 По результатам, полученным в п. 9.2, для каждой контрольной точки вычислить значение приведенной погрешности измерений (воспроизведения) напряжения постоянного тока γ_U , %, по формуле

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

где $U_{\text{МAB}}$ – показания модуля, мВ (В);

$U_{\text{ЭТ}}$ – показания МС6-R, мВ (В);

$U_{\text{max}}, U_{\text{min}}$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерений напряжения постоянного тока, мВ (В).

10.2.2 Результаты проверки считать положительными, если погрешность измерений (воспроизведения) напряжения постоянного тока в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых значений, указанных в таблице 1.

10.3 Проверка погрешности измерений температуры

10.3.1 По результатам, полученным в п. 9.3 и п. 9.4, для каждой контрольной точки вычислить значение приведенной погрешности измерений температуры.

10.3.2 Значение приведенной погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления γ_t , %, рассчитывать по формуле

$$\gamma_t = \frac{t_{\text{МAB}} - t_{\text{ЭТ}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $t_{\text{МAB}}$ – показания модуля, °С;

$t_{\text{ЭТ}}$ – установленное (заданное) значение температуры, °С;

$t_{\text{max}}, t_{\text{min}}$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерений температуры для соответствующей градуировочной характеристики, °С.

10.3.3 Результаты проверки считать положительными, если погрешность измерений температуры в каждой контрольной точке не превышает пределов допускаемых значений, указанных в таблице 1.

10.4 Критерием принятия решения по подтверждению соответствия метрологическим требованиям считать положительные результаты проверок в соответствии с п.п. 10.1-10.3.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке.

11.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.4 Ведение протокола осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами и системой менеджмента качества организации поверителя. Дополнительные требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Ведущий инженер по метрологии
лаборатории № 442

Начальник лаборатории № 442



Д.А. Николаев

И.Н. Свистунов