

СОГЛАСОВАНО

Начальник ФГБУ
«ГНМЦ» Минобороны России



Т.Ф. Мамлеев

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибраторы-измерители электрических величин КЭВ-2
Методика поверки

ЦЕКВ.418115.002МП

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на калибраторы-измерители электрических величин КЭВ-2 (далее – КЭВ-2), изготовленные АО «НПЦентр», используемые в качестве рабочих средств измерений и устанавливает метрологические требования, которые должны быть подтверждены в результате поверки, а также методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 Прослеживаемость к государственным первичным эталонам единиц величин обеспечивается в соответствии с:

государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023;

государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ4-91.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод прямых измерений и метод косвенных измерений.

1.4 Время необходимое для поверки – не более 2 ч.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки КЭВ-1 должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6.1	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	6.2	Да	Нет
Проверка электрической прочности изоляции	6.3	Да	Нет
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
Проверка диапазона и основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	9.1	Да	Да

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Проверка диапазона и основной погрешности измерений напряжения постоянного тока	9.2	Да	Да
Проверка диапазона и основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	9.3	Да	Да
Проверка диапазона и основной погрешности измерений силы постоянного тока	9.4	Да	Да

2.2 Допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в формуляре КЭВ-2 и в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 18 до 22;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 60 до 106,7;
- напряжение питающей сети, В от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

3.2 Также необходимо учитывать требования эксплуатационной и технической документации к условиям окружающей среды применяемых при поверке эталонов, средств измерений и вспомогательного оборудования.

3.3 Для минимизации импульсных помех КЭВ-2 должен питаться от внутреннего источника питания (аккумулятора), если в методике не сказано иное.

До проведения поверки встроенная аккумуляторная батарея должна быть заряжена. Так как при зарядке аккумуляторы и элементы встроенного зарядного устройства нагреваются, то после зарядки батареи необходима выдержка 30 минут для выравнивания температуры внутри корпуса прибора и температуры окружающей среды.

3.4 При измерениях, связанных с контролем малых уровней напряжения, когда их значение или погрешность не превышает 10 мкВ, необходимо соблюдать меры, обеспечивающие минимизацию термоконтактных ЭДС: избегать касания зажимов, соединений и выводов кабелей нагретыми предметами и руками, а если последнее имело место, необходима трехминутная пауза перед измерениями

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3 Контроль условий поверки	<p>Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 0 °С до 30 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,4$ °С.</p> <p>Средство измерений влажности воздуха в диапазоне измерений от 25 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %.</p> <p>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 60 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа.</p> <p>Средство измерений напряжения питающей сети в диапазоне измерений от 190 до 250 В с относительной погрешностью не более $\pm 0,5$ %.</p> <p>Средство измерений частоты питающей сети в диапазоне измерений от 45 Гц до 55 Гц с относительной погрешностью не более $\pm 0,1$ %</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11.</p> <p>Мультиметр В7-64/1, рег. № 16688-97</p>
п. 6,2, 6,3 Определение электрической прочности и электрического сопротивления изоляции	<p>Пробойная установка с испытательным напряжением не менее 2,1 кВ.</p> <p>Измеритель сопротивления изоляции не менее 20 МОм с относительной погрешностью не более $\pm 1,5$ %</p>	<p>Установка пробойная универсальная УПУ-6М.</p> <p>Мегаомметр Е6-31/1, рег. № 53668-13</p>
п. 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Персональный компьютер с установленной ОС Windows XP и выше или ОС Linux	
п. 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений	Эталон единицы напряжения постоянного тока в диапазоне от 0,2 В до 100 В, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520.	Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12, рег. № 37463-08.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
метрологическим требованиям	<p>Эталон единицы силы постоянного тока в диапазоне от 5 мА до 0,12 А, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091.</p> <p>Меры электрического сопротивления постоянного тока с номинальными значениями 10 Ом, 100 Ом, к.т. 0,002</p>	<p>Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12, рег. № 37463-08.</p> <p>Меры электрического сопротивления Р3030, рег. № 8238-81</p>
<p>Примечание. Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице</p>		

4.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений и эталоны единиц величин должны быть утвержденного типа, поверены (аттестованы) и иметь действующие документы о поверке (аттестации).

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в технической документации на поверяемое СИ, в технической документации на применяемые при поверке эталоны, СИ и вспомогательное оборудование.

5.2 Все подключения между приборами необходимо проводить при обесточенном выходе КЭВ-2 и применяемых средств поверки.

5.3 К работе с КЭВ-2 допускаются лица, аттестованные для работы с электроустановками напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж о мерах безопасности при работе с радиоизмерительными приборами и изучившие руководство по эксплуатации ЦЕКВ.418115.002 РЭ.

5.4 Необходимо строго следить за исправностью защитного заземления. По степени защиты от поражения электрическим током КЭВ-2 относится к классу I по ГОСТ 26104-89, поэтому заземление корпуса приборного блока обеспечивается через трёхполосную сетевую вилку или соответствующий зажим на панели. При использовании зажима заземления он должен присоединяться к заземляющей шине первым, а отсоединяться последним.

ВНИМАНИЕ! При отсутствии заземления на корпусе КЭВ-2 может быть опасное для жизни напряжение.

5.5 Нагрузки, подключенные к КЭВ-2, должны быть защищены от возможности случайных прикосновений к ним во время работы.

5.6 Запрещается оставлять КЭВ-2, выдающий напряжение более 10 В, без наблюдения.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При внешнем осмотре установить соответствие КЭВ-2 требованиям технической документации изготовителя, а также описанию и изображению, приведенному в описании типа. При внешнем осмотре убедиться в:

- соответствии комплектности требованиям ЭД;
- отсутствии механических повреждений;
- целостности электрических контактов разъемов и кабелей;
- отсутствии нарушений изоляции приборов и соединительных кабелей;
- четкости маркировки;
- прочности крепления элементов корпуса, входных разъемов и клемм;
- четкости переключения органов управления.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если КЭВ-2 удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность КЭВ-2 полная. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

6.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции провести с помощью мегаомметра.

Результаты проверки считаются положительными, если сопротивление между цепями сетевого питания и корпусом составляет не менее 20 МОм. При отрицательном результате КЭВ-2 к дальнейшей поверке не допускают, бракуют и направляют в ремонт.

6.3 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции производить с помощью пробойной установки между сетевыми цепями и корпусом испытательным напряжением 2,1 кВ постоянного тока в течение 1 мин.

Результаты проверки считаются положительными, если не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции. При отрицательном результате КЭВ-2 к дальнейшей поверке не допускают, бракуют и направляют в ремонт.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Общие указания по эксплуатации КЭВ-2:

- прибор должен быть прогрет в течение 1 ч, кроме оговоренных случаев;

- при работе и измерениях, связанных с контролем малых уровней напряжения (тока), необходимо соблюдать меры, обеспечивающие минимизацию термоконтактных Э.Д.С. (далее - ТЭДС):

а) использовать в измерительной цепи медные провода с медными наконечниками;

б) избегать касания зажимов, соединений и выводов кабелей нагретыми предметами и руками, а если последнее имело место, необходима двух - трехминутная пауза перед измерениями;

в) производить компенсацию ТЭДС измерительными приборами, если они это допускают, или учитывать величину ТЭДС в результате измерения.

7.2 Нормируемая точность КЭВ-2 определяется тщательностью проведения калибровки и задается в интервале температур, определяемом температурой калибровки $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

7.3 Проверка работоспособности

При проверке работы КЭВ-2 от внешнего питания необходимо выполнить следующие действия:

- вставить шнур питания в гнездо подключения сетевого провода;
- включить питание, при этом должен загореться индикатор в выключателе питания;
- на дисплее отобразятся строки каналов 1 и 2 и индикатор заряда аккумуляторной батареи.

При проверке работы КЭВ-2 от аккумуляторной батареи (далее – АКБ):

- выключить сетевой выключатель;
- на дисплее не должно произойти никаких изменений, т. е. КЭВ-2 перешел в режим работы от АКБ. (В режиме работы от АКБ при бездействии более 10 минут в целях энергосбережения прибор снижает яркость экрана. Если прибор находится в режиме ожидания, т.е. ничего не измеряет и не воспроизводит, то по истечении 30 минут произойдет автоматическое выключение прибора).

Проверка генерации напряжения канала 1 и измерения напряжения канала 2:

- выбрать канал 1, генерация напряжения;
- выбрать канал 2, измерение напряжения;
- соединить гнезда напряжения канала 1 с соответствующими гнездами канала 2;
- задать воспроизведение напряжения 1 В в канале 1;
- проверить наличие соответствующего напряжения в канале 2.

Проверка генерации тока канала 1 и измерения тока канала 2:

- выбрать канал 1, генерация тока;
- выбрать канал 2, измерение тока;
- соединить гнезда тока канала 1 с соответствующими гнездами канала 2;
- задать воспроизведение тока 10 мА в канале 1;
- проверить наличие соответствующего тока в канале 2;
- на клавиатуре нажать кнопку включения/выключения питания прибора, при этом

строки на дисплее погаснут.

Не оставлять КЭВ-2 включенным без необходимости во избежание разряда АКБ.

Результаты проверки считать положительными, если показания соответствуют заданным.

7.4 Проверка работоспособности интерфейсов USB и RS232

КЭВ-2 подключить к любому из последовательных портов персонального компьютера, носящих резервированные имена (в операционной системе) С-Мх стандартным кабелем RS232 с разъемом DB-9 на стороне КЭВ-2 (для проверки работы с RS232), или к любому порту USB компьютера с помощью кабеля USB «Type A – Type B» (для проверки работы с USB). При этом дисплей КЭВ-2 должен погаснуть, сигнализируя о том, что прибор переключился в режим работы с внешним интерфейсом (для проверки связи через USB возможно потребуется установить драйвер виртуального С-М-порта).

Запустить программу-терминал, предназначенную для обмена данными через последовательный порт. В настройках выбрать порт, к которому подключен кабель, и настроить его параметры:

- скорость приема и передачи 9600 бод(бит/с);
- биты данных 8 бит;
- бит четность отсутствует;
- сигнал «стоп» 1 бит.

Ввести следующий шестнадцатиричный пакет данных: \$C0, \$03, \$00, \$EB.

Запустить выдачу введенного пакета.

Результаты проверки работоспособности считать положительными, если в ответ со стороны КЭВ-2 поступил идентификационный пакет данных «КЭВ-2», что означает, что прибор отвечает на запросы от компьютера.

7.5 Порядок проведения опробования:

- подготовить прибор к работе;
- установить режим воспроизведения контролируемого параметра U, I;
- установить величину контролируемого параметра (контролируемую точку диапазона) в соответствии с данными таблицы 3 и зафиксировать показания мультиметра В7-64/1.

Таблица 3

Режим работы	Диапазон	Контролируемая точка
Воспроизведение напряжения, В	от 0 до 1,0	0,2; 1,0;
	от 0 до 50	10; 25; 50;
	от 0 до 100	25; 50; 100
Воспроизведение силы тока, мА	от 0 до 30	5; 15; 30;
	от 0 до 120	10; 30; 60; 120

Результаты опробования считать положительными, если устанавливаемые режимы работы и задаваемые значения величин КЭВ-2 соответствуют заданным значениям.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверить номер версии (идентификационный номер) ПО в следующем порядке. Включить КЭВ-2 или выйти на стартовый экран пользовательского интерфейса. На клавиатуре нажать кнопку "," (запятая) и удерживать ее нажатой не менее 2 с. В открывшемся окне найти строку "Ревизия". Номер версии будет после этого слова. Результаты поверки считать положительными, если номер версии ПО не ниже 901.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Проверка диапазона и основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

Проверки провести методом прямых измерений выходного напряжения КЭВ-2 калибратором-вольтметром универсальным Н4-12, который необходимо подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

Выполнить подключения приборов в соответствии с рисунком 1.

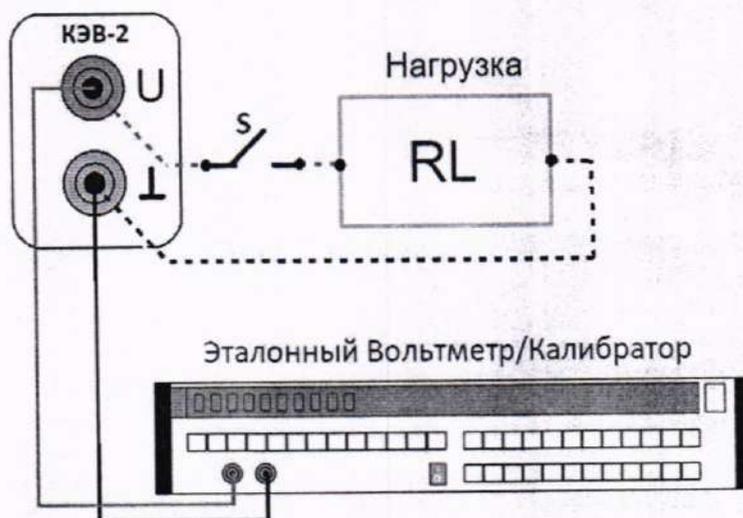


Рисунок 1 - Схема соединений для определения диапазона и погрешности воспроизведения и измерений напряжений постоянного тока.

Измерения выходных напряжений КЭВ-2 провести при значениях, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Пределы $U_{п}$, В	Воспроизводимые напряжения, В	Пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности, мВ	Нагрузка, RL
1	0,2 1	$\pm 0,3$ $\pm 1,1$	C2-33Н-2-1000 Ом $\pm 5 \%$
50	10 25 50	± 11 ± 26 ± 51	C2-33Н-2-5 кОм $\pm 5 \%$
100	25 50 100	± 30 ± 60 ± 110	C2-33Н-2-5 кОм $\pm 5 \%$

Для проверки нагрузочной способности измерения производить при замкнутом и разомкнутом ключе «S».

Результаты поверки считать положительными, если погрешности воспроизведения находятся в пределах, указанных в таблице 4.

9.2 Проверка диапазона и основной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Проверки провести методом прямых измерений КЭВ-2 выходного напряжения калибратором-вольтметром универсальным Н4-12, который необходимо подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

Выполнить подключения приборов в соответствии с рисунком 1.

Измерения провести с разомкнутым ключом «S» при значениях напряжений, указанных в таблице 5.

Измерения провести для каналов 1 и 2.

Таблица 5

Пределы $U_{п}$, В	Измеряемые напряжения, В	Пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности, мВ
1	0,2 1	$\pm 0,3$ $\pm 1,1$
10	2 5 10	± 3 ± 6 ± 11
100	25 50 100	± 30 ± 60 ± 110

Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений находятся в пределах, указанных в таблице 5.

9.3 Проверка диапазона и основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

Проверки провести методом косвенных измерений силы выходного тока КЭВ-2 калибратором-вольтметром универсальным Н4-12, который необходимо подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

Выполнить подключения приборов в соответствии с рисунком 2 а).

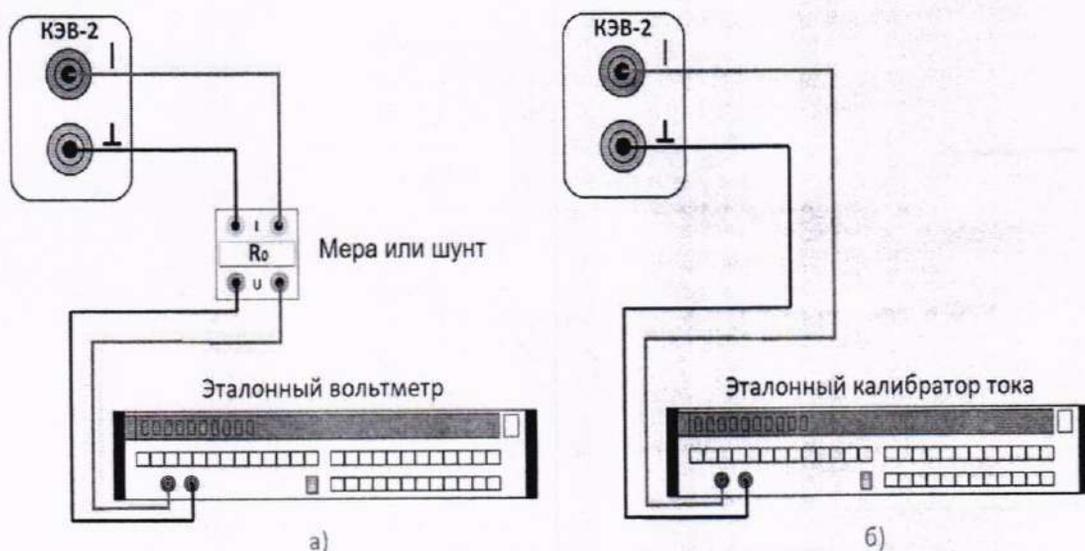


Рисунок 2 - Схема соединений для определения основной погрешности воспроизведения постоянного тока.

Измерения провести при значениях силы тока, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Предел Iп, мА	Значение сопротивления меры R ₀ , Ом	Воспроизводи мые значения силы тока, мА	Номинальные значения падения напряжения, В	Пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности, мкВ
30	100	5	0,5	± 700
		15	1,5	± 1700
		30	3	± 3200
120	10	10	0,1	± 120
		30	0,3	± 320
		60	0,6	± 620
		120	1,2	± 1220

Результаты поверки считать положительными, если погрешности воспроизведения находятся в пределах, указанных в таблице 6.

9.4 Проверка диапазона и основной погрешности измерения силы постоянного тока

Проверки провести методом прямых измерений КЭВ-2 силы выходного тока калибратором-вольтметром универсальным Н4-12, который необходимо подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

Выполнить подключения приборов в соответствии с рисунком 2 б).

Измерения провести для каналов 1 и 2 при значениях силы тока, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Предел I_p , мА	Измеряемые значения силы тока, мА	Пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности, мкА
30	5	± 7
	15	± 17
	30	± 32
120	10	± 12
	30	± 32
	60	± 62
	120	± 122

Результаты поверки считать положительными, если погрешности измерений находятся в пределах, указанных в таблице 7.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты измерений и расчетов заносятся в протокол поверки произвольной формы, обеспечивающий отражение полученных результатов всех операций поверки.

10.2 При положительных результатах поверки наносится знак поверки в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ № 2510 от 31.07.2020 г., делается отметка в формуляре КЭВ-2, оформляется свидетельство о поверке.

При проведении поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в формуляре КЭВ-2 и в свидетельстве о поверке указывается информация об объеме проведенной поверки.

Дополнительные требования по дальнейшей защите СИ от несанкционированного вмешательства путем установки пломб (защитных наклеек) не предусмотрены.

10.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при любой из операций поверки, описанных в таблице 1, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ № 2510 от 31.07.2020 г.

10.4 Сведения о результатах поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФГИС «Аршин»).

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А. Мазур

Старший научный сотрудник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

А. Заболотнов