Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____ А.Н. Пронин

м.п. «*1*» *апреля* 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Мера напряжения Fluke 732B

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП – 2201 – 0046 – 2022

Руководитель лаборатории Государственных эталонов
в области измерений режимов электрических цепей
ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева”

СНС НМД 2201
Петровская А.Н.
Распоряжение №2-пп
от 18 января 2022

_____В.И. Шевцов

г.н.с. _____А.С. Катков

г. Санкт-Петербург
2022

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения……	3
2	Перечень операций поверки средства измерений……	3
3	Требования к условиям проведения поверки……	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку…..……..……	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки…….....	4
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки...	5
7	Внешний осмотр средства измерений ……..…….……	5
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений ……..……	5
9	Определение метрологических характеристик средства измерений……..	6
10	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям……..	7
11	Оформление результатов поверки……..……	9
	Приложение А ……..……..……	11

1 Общие положения

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки меры напряжения Fluke 732B, № 2169038, (далее по тексту – мера), находящейся в эксплуатации, после хранения и ремонта.

Настоящая методика обеспечивает прослеживаемость меры к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-01 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457.

Настоящая методика поверки применяется для поверки меры напряжения Fluke 732B, № 2169038, используемой в качестве рабочего эталона в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения воспроизводимых напряжений, В	1; 10
Относительная нестабильность напряжения меры, применяемой в качестве рабочего эталона 2-го разряда при номинальном напряжении 1 В, за год, не более	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Относительная нестабильность напряжения меры, применяемой в качестве рабочего эталона 1-го разряда при номинальных напряжениях 1 В и 10 В, за год, не более	$\pm 1{,}5 \cdot 10^{-6}$
Относительная нестабильность напряжения меры, применяемой в качестве вторичного эталона при номинальном напряжении 10 В, за год, не более	$\pm 0{,}5 \cdot 10^{-6}$

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки - сличение поверяемого средства измерений со вторичным эталоном с помощью компаратора.

Допускается проведение поверки меры в полном объеме или для меньшего числа воспроизводимых номинальных значений напряжения в соответствии с заявлением владельца. Полный объем включает в себя поверку меры для номинальных значений напряжения 1 В и 10 В. В сокращенном объеме возможна поверка меры для номинального значения напряжения 1 В, или для номинального значения напряжения 10 В.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны выполнятся операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операция поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Да	Да	8.1
Подготовка к проверке и опробование	Да	Да	8.2 – 8.5
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операция поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение действительного значения напряжения на выходе меры	Да	Да	9.2
Расчет доверительных границ относительной погрешности определения действительного значения напряжения на выходе меры	Да	Да	9.3
Расчет нестабильности напряжения на выходе меры	Нет	Да	9.4
Определение СКО результата сличений меры с эталоном	Да	Да	9.5
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается и выдается извещение о непригодности.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 22±2;
- относительная влажность воздуха, %, от 15 до 80;
- атмосферное давление, кПа 100±4.

3.2 При проведении поверки индикатор INCAL поверяемой меры должен находиться во включенном состоянии, а индикаторы CHARGE и LOW BAT- в отключенном состоянии.

3.3 Время выдержки перед началом измерений после соединения поверяемой меры с эталонным средством измерения должно быть не менее 15 мин.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Персонал, участвующий в подготовке и проведении поверки меры, должен пройти специальный инструктаж, иметь допуск к работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Поверку меры рекомендуется проводить с помощью средств измерений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 30 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в	Измеритель параметров воздуха 50503, рег. номер 32811-06. Измерители температуры цифровые Fluke серии II моделей 51,52,53,54, рег. номер 76835-19. Гигрометры психометрические

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	диапазоне от 20 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,7 кПа.	ВИТ, рег. номер 69566-17. Психрометры аспирационные МВ-2-2М, М-34-М, рег. номер 10069-11. Манометры абсолютного давления ВК-316М, рег. номер 31236-11.
п. 9 Определение метрологических характеристик меры	Первичный эталон, вторичный эталон-копия, вторичный эталон на основе меры напряжения на основе эффекта Джозефсона единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрического напряжения и ЭДС с номинальными значениями напряжений 1 В и 10 В. Компараторы напряжения постоянного тока с относительной погрешностью не более 2 ppm.	Эталон-копия ГВЭТ 13-10-89, 2.1.ZZB.0076.2015. Мера напряжения Н4-21, рег. номер 73035-18. Компаратор напряжения постоянного тока Р3017, рег. номер 9706-84.

Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

5.2 Применяемые для поверки СИ или эталоны, должны быть утвержденного типа. СИ должны иметь актуальные данные о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны должны быть аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11. 02. 2020 г. № 456.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке должны выполняться меры безопасности, указанные в руководствах (инструкциях) по эксплуатации поверяемой меры и средств поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр меры предусматривает проверку:

- комплектности;
- отсутствия механических повреждений корпуса и зажимов подключения измерительных цепей, клемм заземления и экранирования;
- состояние лакокрасочных покрытий;
- состояние маркировки;
- наличие и сохранность пломб.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке, опробовании и проведении поверки необходимо контролировать условия поверки в соответствии с п. 3.1 МП.

8.2 Перед проведением поверки следует проверить наличие эксплуатационной документации на меру и срок действия свидетельства о поверке меры.

Подготовить к работе меру в соответствии с ее эксплуатационной документацией.

8.3 После транспортирования мера должна быть выдержана в нормальных условиях не менее суток. Время выдержки перед началом измерений после подключения к измерительной схеме не менее 15 мин.

8.4 Опробование проводят после ознакомления с руководством по эксплуатации на меру.

8.5 Опробование меры производится путем контроля ее работоспособности для всех воспроизводимых напряжений в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Значение напряжения, воспроизводимого мерой, определяют методом сличения с эталонным СИ, вторичным эталоном, эталоном-копией, ГПЭ по дифференциальной схеме при помощи компаратора по схеме, приведенной на рисунке 1.

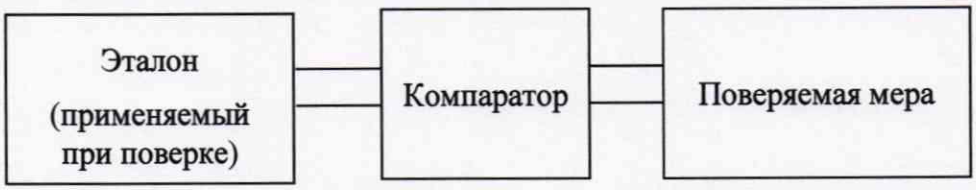

Рисунок 1 – Схема сличения поверяемой меры с эталонным СИ

Перечень средств поверки и требования к ним представлены в п. 5, таблица 2.

При сравнении напряжений производится изменение полярности на выходе эталона, путем использования встроенной коммутации, и на выходе поверяемой меры путем переключения соединений с выходными клеммами меры.

9.2 Определение действительного значения напряжения, воспроизводимого мерой ($U_{МН}$), производится на основе расчета измерений при двух полярностях:

$$U_{МН} = E_Э + (\Delta U^+ - \Delta U^-)/2, \quad (1)$$

где $E_Э$ – значение напряжения, воспроизводимое эталоном, применяемым при поверке;

ΔU^+ и ΔU^- – разность напряжений на выходе поверяемой меры и напряжения на выходе эталона, определяемая по показаниям компаратора при положительной и отрицательной полярностях.

Значения напряжения на выходе меры, предназначенной для применения в качестве эталона, определяют в течение 4-х суток, производя не менее двух измерений в сутки.

Значение напряжения на выходе меры U вычисляют как среднее арифметическое полученных результатов измерений $U_{МНi}$ при числе измерений n:

$$U = \sum_{i=1}^{n} \frac{U_{МНi}}{n}. \quad (2)$$

9.3 Доверительные границы относительной погрешности определения действительного значения меры при доверительной вероятности 0,95 для n измерений рассчитывают по формуле:

$$\delta_0 = \frac{t(n)}{U} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(U_{МНi} - U)^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где $t(n)$ – значение коэффициента Стьюдента при числе измерений n и доверительной вероятности 0,95.

Полученные результаты не должны превышать значений, указанных в таблице 4.

Если имеет место превышений указанных значений, необходимо выяснить причину этого превышения, устранить ее (если она не относится к поверяемой мере) и повторить измерения.

Если при повторных измерениях отклонения также превышают допустимые значения, то поверяемая мера должна быть признана непригодной к применению.

9.4 Расчет нестабильности напряжения на выходе меры

Нестабильность выходного напряжения за год рассчитывают, как разность напряжения, полученного в результате данной поверки, и значения напряжения, указанного

в свидетельстве о предыдущей поверке, отнесенная к значению выходного напряжения меры и периоду межповерочного интервала, установленному 1 год.

9.5 По результатам измерений определяется СКО $S_{\Sigma 0}$ результата сличений меры с эталоном для номинального напряжения 10 В:

$$S_{\Sigma 0} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(U_{\text{МН}i} - U)^2}{n-1}, + \frac{1}{3}\sum_{i=1}^{n} \theta_i^2}$$

где θ_i - границы НСП всех средств измерений, участвующих при поверке для определении метрологических характеристик.

9.6 По результатам измерений заполняется столбец 4 таблицы 4 и таблицы 5.

Таблица 4 – Результаты исследования метрологических характеристик выхода меры с номинальным значением 1 В

Номинальное значение напряжения меры, В	Метрологические характеристики	Нормируемое значение, обязательное требование	Результат исследований	Соответствие ГПС
1	2	3	4	5
1	Значение напряжения, В	номинальное значение 1	действительное значение	
	Относительное значение нестабильности меры ν_0 за МПИ* интервал, отн. ед.	РЭ 2 разряда $\pm 5 \cdot 10^{-6}$		
		РЭ 1 разряда $\pm 1{,}5 \cdot 10^{-6}$		
	Доверительные границы относительной погрешности δ_0 при доверительной вероятности 0,95 определения действительного значения напряжения, отн. ед.	РЭ 2 разряда $\leq 2 \cdot 10^{-6}$		
		РЭ 1 разряда $\leq (0{,}2 - 0{,}7) \cdot 10^{-6}$		

МПИ – интервал между поверками

Таблица 5 – Результаты исследования метрологических характеристик выхода меры с номинальным значением 10 В

Номинальное значение напряжения меры, В	Метрологические характеристики	Нормируемое значение, обязательное требование	Результат исследований	Соответствие ГПС
1	2	3	4	5
10	Значение напряжения, В	номинальное значение 10	действительное значение	
	Относительное значение нестабильности меры ν_0 за МПИ интервал, отн. ед.	РЭ 1 разряда $\pm 1{,}5 \cdot 10^{-6}$		
		ВЭ $\pm 5 \cdot 10^{-7}$		
	Доверительные границы относительной погрешности δ_0 при доверительной вероятности 0,95 определения действительного значения напряжения, отн. ед.	РЭ 1 разряда $\leq (0{,}2 - 0{,}7) \cdot 10^{-6}$		
	СКО $S_{\Sigma 0}$ результата сличений меры с эталоном, отн. ед.	$\leq 5 \cdot 10^{-8}$		

10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Подтверждение соответствия метрологических характеристик меры требованиям, приведенным в описании типа.

Процедура обработки результатов измерений проводится в соответствии с пп. 9.2-9.5.

Полученные значения воспроизводимых мерой напряжений должны соответствовать номинальным напряжениям, приведенным в описании типа.

Пределы допускаемой относительной нестабильности выходных напряжений меры за интервал между поверками (1 год) не должны превышать границ, приведенных в описании типа для напряжений с номинальными значениями 1 В и 10 В, воспроизводимых мерой, (таблица 6).

Таблица 6 – Метрологические характеристики меры напряжения Fluke 732B в соответствии с описанием типа

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения воспроизводимых напряжений, В	1; 10
Относительная нестабильность напряжения меры, применяемой в качестве рабочего эталона 2-го разряда при номинальном напряжении 1 В, за год, не более	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Относительная нестабильность напряжения меры, применяемой в качестве рабочего эталона 1-го разряда при номинальных напряжениях 1 В и 10 В, за год, не более	$\pm 1{,}5 \cdot 10^{-6}$
Относительная нестабильность напряжения меры, применяемой в качестве вторичного эталона при номинальном напряжении 10 В, за год, не более	$\pm 0{,}5 \cdot 10^{-6}$

Метрологические характеристики меры, определенные в процессе поверки, должны соответствовать метрологическим характеристикам, приведенным в описании типа. Если метрологические характеристики меры соответствуют требованиям, приведенным в описании типа, результаты поверки СИ считаются положительными. Если метрологические характеристики меры не соответствуют требованиям, приведенным в описании типа, результаты поверки СИ считаются отрицательными.

10.2 Подтверждение соответствия метрологических характеристик меры обязательным требованиям государственной поверочной схемы

Для меры, применяемой в качестве вторичного эталона или рабочего эталона 1 разряда с номинальным значением 10 В и в качестве рабочего эталона 1 или 2 разряда с номинальным значением 1 В, результаты, полученные при выполнении пп. 9.2 - 9.5, должны соответствовать обязательным требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457, которые представлены в таблице 7 и в таблице 8.

Таблица 7 – Требования ГПС к РЭ 1 и 2 разряда с номинальным значением 1 В

Разряд	Доверительные границы относительной погрешности определения действительного значения меры при доверительной вероятности 0,95; мкВ/В, не более	Пределы допускаемой относительной нестабильности выходного напряжения меры за год; мкВ/В, не более
1	(0,2 – 0,7)	±1,5
2	2,0	±5,0

Мера признается годной для применения в качестве РЭ 1 разряда с номинальным значением 1 В, если значение относительной нестабильности ее выходного напряжения за год не превышает по абсолютному значению ±1,5 мкВ/В, а доверительные границы относительной погрешности определения действительного значения меры не превышают (0,2 – 0,7) мкВ/В.

Мера признается годной для применения в качестве РЭ 2 разряда с номинальным значением 1 В, если значение относительной нестабильности ее выходного напряжения за год не превышает по абсолютному значению ±5 мкВ/В, а доверительные границы

относительной погрешности определения действительного значения меры не превышают 2 мкВ/В.

Уровень эталона меры для выхода с номинальным значением 1 В в соответствии с ГПС заносится в столбец 5 таблицы 4.

Таблица 8 – Требования ГПС к вторичным эталонам и РЭ 1 разряда с номинальным значением 10 В

Уровень эталона	Доверительные границы относительной погрешности определения действительного значения меры при доверительной вероятности 0,95; мкВ/В, не более	СКО $S_{\sum 0}$ результата сличений меры с эталоном, мкВ/В, не более	Пределы допускаемой относительной нестабильности выходного напряжения меры за год; мкВ/В, не более
РЭ 1 разряда	(0,2 – 0,7)	–	±1,5
ВЭ	–	0,05	±0,5

Мера признается годной для применения в качестве РЭ 1 разряда с номинальным значением 10 В, если значение относительной нестабильности ее выходного напряжения за год не превышает по абсолютному значению ±1,5 мкВ/В, а доверительные границы относительной погрешности определения действительного значения меры не превышают (0,2 – 0,7) мкВ/В.

Мера признается годной для применения в качестве вторичного эталона с номинальным значением 10 В, если значение относительной нестабильности ее выходного напряжения за год не превышает по абсолютному значению ±0,5 мкВ/В, а СКО $S_{\sum 0}$ результата сличений меры с эталоном не превышает 0,05 мкВ/В.

Уровень эталона меры для выхода с номинальным значением 10 В в соответствии с ГПС заносится в столбец 5 таблицы 5.

Уровень вторичного эталона для выхода меры с номинальным значением 10 В при переходе от первого разряда может быть присвоен, если мера подтверждает метрологические характеристики вторичного эталона минимум два МПИ подряд.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 13-01.

11 Оформление результатов поверки

По результатам поверки оформляется протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

Метрологические характеристики меры, применяемой в качестве эталона, должны соответствовать требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457, о чем делается запись в протоколе поверки.

Сведения о результатах поверки с копией протокола передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Порядок оформления результатов поверки и передачи сведений о них в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений установлен приказом Минпромторга от 31. 07. 2020 г. № 2510.

По заявлению заказчика выдается свидетельство о поверке с протоколом, или выдается извещение о непригодности к применению меры. Знак поверки наносится на бумажное свидетельство о поверке.

В случае поверки в сокращенном объеме при передаче сведений в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений указывается информация об объёме проведенной поверки.

Приложение А
Рекомендуемая форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ
№ XXXX от XX. XX. 20XX г.

Наименование средства измерения (эталона), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской, серийный, инвентарный или номенклатурный номер (если имеется информация)	
Изготовитель (если имеется информация)	
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (при наличии)	
Дата предыдущей поверки	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	
Дата начала поверки	
Дата окончания поверки	

Вид поверки:
Методика поверки:
Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность воздуха, %		
Атмосферное давление, кПа		

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование:
3. Определение метрологических характеристик:

	На выходе 1 В	На выходе 10 В
Действительное значение напряжения, В		
Относительная нестабильность за год, мкВ/В		
Доверительные границы относительной погрешности определения действительного значения меры при доверительной вероятности 0,95; мкВ/В		
СКО $S_{\Sigma 0}$ результата сличений меры с эталоном, мкВ/В		

4. Дополнительная информация (состояние объекта поверки, сведения о ремонте, юстировке) -

Заключение: СИ *соответствует (не соответствует)* предъявляемым требованиям и признано *годным (негодным)* к применению с метрологическими характеристиками, приведенными в описании типа. В соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3457, мера признана годной к применению с метрологическими характеристиками, соответствующими требованиям, предъявляемым к:

- _____ эталонам с номинальным значением 1 В,
- _____ эталонам с номинальным значением 10 В.

На основании результатов поверки выдано:

свидетельство о поверке №_____
извещение о непригодности №_____ от _____
Причина непригодности_____

Поверку произвел _____
ФИО подпись дата