

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

СОГЛАСОВАНО



И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

"06" июля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Ячейка образцовая трехзажимного типа ЯОИ-3


Методика поверки

МП 2202-0081-2021

Руководитель лаборатории государственных
эталонов в области измерений
параметров электрических цепей

 Ю.П. Семенов

Вед. научный сотрудник

 М.Д. Клионский

г. Санкт-Петербург

2021

Содержание

1	Операции поверки	3
2	Требования к условиям проведения поверки.....	3
3	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	3
4	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	3
5	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	4
6	Внешний осмотр	4
7	Подготовка к поверке и опробование.....	4
8	Определение метрологических характеристик.....	4
9	Подтверждение соответствия обязательным метрологическим требованиям.....	6
10	Оформление результатов поверки	7
	Приложение А (рекомендуемое) Протокол измерений при поверке	8

Настоящая методика поверки распространяется на ячейку образцовую трёхзажимного типа ЯОИ-3 (далее ячейка), предназначенную для воспроизведения значений тангенса угла потерь (D) при различных значениях электрической ёмкости (далее ёмкости, C) при частоте переменного тока 50 Гц и устанавливает методику её периодической поверки. Ячейка применяется в качестве рабочего эталона 2 разряда единицы тангенса угла потерь по ГОСТ 8.019-85 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений тангенса угла потерь». Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость поверяемой ячейки к государственному первичному эталону единицы угла потерь ГЭТ 143-85. Для реализации методики используется метод прямых измерений значений тангенса угла потерь и ёмкости при помощи высоковольтного ёмкостного моста.

Методика поверки не предусматривает возможность проведения поверки на сокращенном числе точек диапазона измерений, в которых определяются значения метрологических характеристик.

1 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
Внешний осмотр	6
Подготовка к поверке и опробование	7
Определение действительных значений тангенса угла потерь и ёмкости и отклонения действительных значений тангенса угла потерь от номинального значения	8.2
Определение абсолютной погрешности воспроизведения значений тангенса угла потерь и ёмкости	8.3
Подтверждение соответствия обязательным метрологическим требованиям	9

Поверка прекращается при получении отрицательных результатов при проведении той или иной операции.

2 Требования к условиям проведения поверки

Условия проведения поверки должны соответствовать приведенным ниже требованиям:

- температура окружающего воздуха, °С	20±2
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 70
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7
- напряжение питания, В	220±15
- частота питающей сети, Гц	50,0±0,5

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с технической документацией на ячейку и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III при работе с электроустановками на напряжение до и выше 1000 В.

4 Метрологические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.2; 8.3; 8,4	Мост переменного тока высоковольтный автоматический СА7100М1, рег. № 76416-19. Диапазоны: по С от 1 пФ до 100 нФ, по D от $1 \cdot 10^{-5}$ до 1,1. Погрешности (ПГ): по С $\pm(1 \cdot 10^{-3} + D_x)$ %, по D $\pm(1 \cdot 10^{-5} + 0,005D_x)$. Частота 50 Гц.
8.2; 8.3; 8,4	Установка испытательная высоковольтная УИВ-100/ 130 ЕО. Переменное напряжение до 100 кВ, частота 50 Гц, ПГ по напряжению ± 3 %.
8.2; 8.3; 8,4	Прибор для измерения электроэнергетических величин и показателей качества электрической энергии Энергомонитор-3.3Т1, рег. № 39952-08, № 555, напряжение от 60 В до 240 В, ПГ $\pm 0,1$ %, частота от 45 Гц до 75 Гц, ПГ $\pm 0,01$ Гц.
8.2; 8.3; 8,4	Прибор комбинированный Testo 622; температура от -20 °С до $+60$ °С, ПГ $\pm 0,4$ °С; влажность от 10 % до 95 %, ПГ ± 3 %; давление от 0,3 до 1,2 кПа, ПГ $\pm 0,5$ кПа, рег. № 53505-13.
Примечание - Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью ($3 \cdot 10^{-5}$ для значений $D=5 \cdot 10^{-5}$ и менее, $5 \cdot 10^{-5}$ для значения $D=50 \cdot 10^{-4}$; 0,5 % для значений D от 0,05 до 1 – в соответствии с ГОСТ 8.019-85 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений тангенса угла потерь»..	

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При поверке должны соблюдаться:

- меры безопасности, указанные в разделе 6.3 документа «Ячейка образцовая трехзажимного типа ЯОИ-3. Паспорт» (далее - ПС);
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденные приказом Минэнерго России от 13.01.2003 № 6;
- Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н.

Приборы подключают к электрической сети при помощи трехпроводного кабеля питания, один из проводов которого является заземленным. До начала работы средства измерений следует заземлить. Категорически запрещается подключать приборы к электрической сети без заземления.

Работу следует проводить в специальных помещениях, приспособленных для работы с высоким напряжением и снабженных специальным ограждением для испытательного участка.

Рабочее специальное помещение должно иметь дверь с блокировкой, которое обеспечивало бы:

- выключение напряжения в испытательном участке в момент открывания двери;
- приостановление подачи напряжения питания в случае, если дверь не закрыта.

Во время работы с высоким напряжением в рабочее помещение не допускаются лица, не имеющие отношения к работе. Лица, присутствие которых необходимо при проведении измерений или испытаний, должны быть заранее проинструктированы.

Необходимо при работе в одиночку, чтобы в пределах досягаемости находился персонал, который сможет оказать первую помощь.

6 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие ячейки следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида ячейки описанию типа ячейки;
- контроль соблюдения требований по защите ячейки от несанкционированного доступа, указанных в описании типа ячейки (сохранность заводской пломбы);
- отсутствие механических повреждений;
- надежность контакта измерительного кабеля с разъемом на корпусе меры;
- отсутствие внутри меры незакрепленных предметов (определяется встряхиванием, переворачиванием);
- четкость обозначений, чистоту разъема и контактных выводов.

7 Подготовка к поверке и опробование

Перед проведением поверки ячейка должна быть выдержана при приведенных выше климатических условиях в течение времени не менее 2 ч.

При проведении опробования проверяют работу всех тумблеров переключателя. Каждое переключение должно обеспечивать четкую фиксацию положения тумблера.

8 Определение метрологических характеристик

8.1 Определение метрологических характеристик проводят для комбинаций положения переключателей S1 – S4, указанных в таблице 2.

Таблица 2 - Положение переключателей

Комбинация положения переключателей	S1	S2	S3	S4
1	1	1	2	2
2	1	1	1	2
3	2	1	1	1
4	3	3	1	1
5	2	3	1	1
6	3	2	1	1
7	2	2	1	1

Результаты измерений и расчета заносят в протокол измерений при поверке (таблица А1 рекомендуемого приложения А).

8.2 Определение действительных значений тангенса угла потерь и ёмкости и отклонения действительных значений тангенса угла потерь от номинального значения

Схема соединений должна соответствовать рисунку 1.



Рисунок 1 – Схема соединений при поверке.

1 - мост ёмкостный; 2 - ячейка ЯОИ-3; 3 – установка испытательная высоковольтная.

Ячейку устанавливают на металлический лист, к которому подводят высокое напряжение с испытательной установки. Низковольтное гнездо ячейки соединяют с кабелем ёмкостного моста через специальный кабель из комплекта ячейки.

Измерения D и C проводят для каждой комбинации положения переключателей при номинальном напряжении 2 кВ. Количество измерений в каждой точке принимают равным 6 и вводят в программу моста. Действительное значение D и C принимают равным среднему арифметическому, которое считывается с дисплея моста.

Отклонение ΔD_1 действительных значений тангенса угла потерь D_x от номинального значения $D_{\text{ном}}$ определяют по формуле (1):

$$\Delta D_1 = D_x - D_{\text{ном}} \quad (1)$$

8.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения значений тангенса угла потерь и ёмкости

Погрешность воспроизведения тангенса угла потерь и ёмкости определяют для всех комбинаций положения переключателей, указанных в таблице 2.

Списывают с дисплея моста абсолютное СКО (S) для среднего арифметического значения по тангенсу угла потерь и относительное СКО (S_0) для среднего арифметического значения по ёмкости. Рассчитывают доверительную погрешность при доверительной вероятности $P=0,95$: по тангенсу угла потерь ($\Delta=2S$) и по ёмкости ($\Delta_0=2S_0$). Для удобства дальнейших расчетов пересчитывают относительную доверительную погрешность по ёмкости Δ_0 в абсолютную погрешность $\Delta(C)$.

9 Подтверждение соответствия обязательным метрологическим требованиям

Для применения в качестве рабочего эталона ячейка должна соответствовать следующим требованиям:

- Абсолютная нестабильность по тангенсу угла потерь за год v не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 8.019-85 для эталонов 2 разряда, таблица 3.

Таблица 3 – Абсолютная нестабильность по тангенсу угла потерь за год

$D_{\text{ном}}$	$\Delta D_2, 10^{-4}$
$0,5 \cdot 10^{-4}$ и менее	$\pm 0,4$
$50 \cdot 10^{-4}$	± 1
0,05	± 1
0,11	± 2
1,0	± 20

Значение v определяют по формуле (2)

$$v = (D_{x1} - D_{x2})/m, \quad (2)$$

где D_{x1} и D_{x2} - действительные значения тангенса угла потерь, полученные при текущей и предыдущей поверках;

m – количество лет, прошедших между текущей и предыдущей поверками.

Значение v определяют для всех комбинаций положения переключателей, указанных в таблице 2.

- Отклонения действительных значений тангенса угла потерь от номинального значения не должны превышать значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Допускаемые отклонения тангенса угла потерь ΔD_1 от номинального значения

$D_{\text{ном}}$	$\Delta D_1, 10^{-4}$
0,5·10 ⁻⁴ и менее	не норм.
50·10 ⁻⁴	±5
0,05	±15
0,11	±33
1,0	±300

- Абсолютная доверительная погрешность по тангенсу угла потерь не должна быть более пределов допускаемого значения ΔD_2 , указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Пределы допускаемой погрешности воспроизведения тангенса угла потерь

$D_{\text{ном}}$	$\Delta D_2, 10^{-4}$
0,5·10 ⁻⁴ и менее	±0,5
50·10 ⁻⁴	±1
0,05	±2,5
0,11	±5
1,0	±50

- Абсолютная доверительная погрешность по ёмкости не должна быть более пределов допускаемого значения ΔC , указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы допускаемой погрешности воспроизведения ёмкости

$C_{\text{ном}}$	$\Delta C, \text{пФ}$
6,3	±0,05
19,7	±0,1
30,7	±0,1

10 Оформление результатов поверки

10.1 Положительные результаты периодической поверки ячейки оформляют выдачей свидетельства о поверке установленной формы.

Свидетельство о поверке оформляют в соответствии с действующими приказами и правилами оформления свидетельств.

10.2 К свидетельству о поверке прилагают протокол поверки, содержащий сведения по определению действительного значения тангенса угла потерь и ёмкости и фактические и допускаемые погрешности измерений в проверяемых точках (приложение А).

10.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления).

10.4 Отрицательные результаты поверки оформляют выдачей извещения о непригодности установленной формы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Протокол измерений при поверке ячейки ЯОИ-3

Таблица А1 - Результаты измерений

Комбинация положения переключател ей	Действительное значение		Отклонение от $D_{ном}, 10^{-4}$		Фактическая погрешность		Допускаемая погрешность	
	D	C, пФ	факти- ческое	допуска- емое	по D, 10^{-4}	по C, пФ	по D, 10^{-4}	по C, пФ
1				не норм.			$\pm 0,5$	$\pm 0,05$
2				не норм.			$\pm 0,5$	$\pm 0,1$
3				не норм.			$\pm 0,5$	$\pm 0,1$
4				± 5			± 1	$\pm 0,1$
5				± 15			$\pm 2,5$	$\pm 0,1$
6				± 33			± 5	$\pm 0,1$
7				± 300			± 50	$\pm 0,1$