

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 сокращённом 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 $D_{ном}$ определяют по формуле (1):

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

8.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения значений тангенса угла потерь и ёмкости

Погрешность воспроизведения тангенса угла потерь и емкости 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

$D_{ном}$	$\Delta D_2, 10^{-4}$
$0,5 \cdot 10^{-4}$ 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

$D_{\text{ном}}$	$\Delta D_1, 10^{-4}$
$0,5 \cdot 10^{-4}$ и менее	не норм.
$50 \cdot 10^{-4}$	± 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

$D_{\text{ном}}$	$\Delta D_2, 10^{-4}$
$0,5 \cdot 10^{-4}$ и менее	$\pm 0,5$
$50 \cdot 10^{-4}$	± 1
0,05	$\pm 2,5$
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	$\pm 0,05$
19,7	$\pm 0,1$
30,7	$\pm 0,1$

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	$\pm 0,1$