

**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

(подпись)



М.п. «17» апреля 2023 г.

**Государственная система по обеспечению единства измерений
Приборы для измерения электрической емкости и тангенса угла потерь
конденсаторов МЦЕ-23А**

Методика поверки

МП 2202-0094-2023

**Руководитель лаборатории
государственных эталонов в области измерения
параметров электрических цепей**

Ю.П. Семенов
(подпись)

**Заместитель руководителя лаборатории
государственных эталонов в области измерений
параметров электрических цепей**

Е.В. Кривицкая
(подпись)

г. Санкт-Петербург

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Область применения

Настоящая методика поверки применяется для поверки приборов для измерения электрической емкости и тангенса угла потерь конденсаторов МЦЕ-23А (далее по тексту – приборы МЦЕ-23А), используемых в качестве средств измерений и в качестве рабочего эталона единицы электрической емкости 3-го разряда (в диапазоне номинальных значений от 5 пФ до 10 нФ) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений электрической емкости ГОСТ 8.371-80; в качестве средств измерений единицы тангенса угла потерь в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений тангенса угла потерь по ГОСТ 8.019-85.

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

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы электрической емкости в соответствии с государственной поверочной схемой ГОСТ 8.371-80 «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы электрической емкости ГЭТ 25-79 и единицы тангенса угла потерь в соответствии с государственной поверочной схемой ГОСТ 8.019-85 «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений тангенса угла потерь», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы угла потерь ГЭТ 143-85.

Таблица 1 – Метрологические требования

Параметр	Режим, мВ	Обозначение поддиапазона	Диапазон измерений	Предел допускаемой относительной погрешности, %	
				при применении в качестве рабочего средства измерений	при применении в качестве рабочего эталона
Емкость	15	10 пФ	1 пФ – 10 пФ	0,6 – 1,2	-
		100 пФ	10 пФ – 100 пФ	0,5 – 0,8	-
		1 нФ	100 пФ – 1 нФ	0,5 – 3,5	-
		10 нФ	1 нФ – 10 нФ	0,5 – 0,8	-
	50	10 пФ	1 пФ – 10 пФ	0,3 – 0,8	-
			5 пФ – 10 пФ	-	0,3
		100 пФ	10 пФ – 100 пФ	0,2 – 0,4	-
			св. 10 пФ – 100 пФ	-	0,3
		1 нФ	100 пФ – 1 нФ	0,2 – 0,3	0,3 – 0,5
		10 нФ	1 нФ – 10 нФ	0,3 – 0,5	0,5
	300	10 пФ	1 пФ – 10 пФ	0,3 – 0,8	-
			5 пФ – 10 пФ	-	0,3
		100 пФ	10 пФ – 100 пФ	0,2 – 0,4	-
			св. 10 пФ – 100 пФ	-	0,3
		1 нФ	100 пФ – 1 нФ	0,2 – 0,3	0,3 – 0,5
		10 нФ	1 нФ – 10 нФ	0,3 – 0,5	0,5
Тангенс угла потерь	50	10 пФ – 10 нФ	$5 \cdot 10^{-3} - 1$	$12 \cdot 10^{-4} - 0,03$	-
	300	10 пФ – 10 нФ	$1 \cdot 10^{-4} - 1$	$2 \cdot 10^{-4} - 0,03$	-

Данная методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок приборов МЦЕ-23А. Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки для меньшего числа величин, для меньшего числа поддиапазонов электрической емкости, для меньшего числа измерительного напряжения.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки: прямое измерение поверяемым СИ величины, воспроизводимой мерой.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Для поверки приборов МЦЕ-23А должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки 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	-	-	
Контроль условий поверки	Да	Да	8.1
Проверка электрической прочности изоляции	Да	Нет	8.2
Проверка сопротивления изоляции	Да	Нет	8.3
Опробование	Да	Да	8.4
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям:	-	-	
Определение частоты тест-сигнала	Да	Да	9.1
Определение относительной погрешности измерений емкости	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности измерений тангенса угла потерь	Да	Да	9.3
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	9.4

3 Требования к условиям проведения поверки

Таблица 3 – Требования к условиям проведения поверки

Влияющая величина	Значение влияющей величины
Температура окружающего воздуха, °С	от +18 до +22
Относительная влажность воздуха, %	не более 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы на приборы МЦЕ-23А и измерительное оборудование, ГОСТ 8.371-80 и ГОСТ 8.019-85.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки (п. 8.1)	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 80 % с погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 107 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа;	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
Проверка электрической прочности изоляции (п. 8.2)	Источник напряжения (высоковольтная установка) на испытательное напряжение не ниже 1000 В, частота 50 Гц	Установка УИВ-100, до 100 кВ
Проверка сопротивления изоляции (п. 8.3)	Измеритель сопротивления (на испытательное напряжение не ниже 500 В) в диапазоне измерений от 1 МОм до 1 ГОм	Тераомметр Ц404-М1, рег. № 12070-89; Мегаомметр М1102/1, рег. № 2090-65
Опробование (п. 8.4)	Средства измерений электрической емкости с номинальным значением 100 пФ, средства измерений электрического сопротивления 16 кОм	Меры параметров емкости и тангенса угла потерь МПЕТ-1А, рег. № 11786-89
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям (п. 9)	Измеритель частоты 1 МГц с относительной погрешностью не более 0,001 %; Эталоны единицы электрической емкости и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС (ГОСТ 8.371-80), в диапазоне значений электрической емкости от 1 пФ до 10 нФ; Эталоны единицы тангенса угла потерь и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС (ГОСТ 8.019-85), в диапазоне значений тангенса угла потерь от $1 \cdot 10^{-4}$ до 1	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-54, рег. № 5480-76; ЧЗ-36, рег. № 3336-72; Меры параметров емкости и тангенса угла потерь МПЕТ-1А, рег. № 11786-89; Меры угла потерь МУП-4А, рег. № 11695-89

Примечание - Допускается использовать при поверке другие средства измерений утвержденного типа и поверенные, аттестованные эталоны и аттестованное испытательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

В случае изменения Государственных поверочных схем (ГПС) для средств измерений электрической емкости и тангенса угла потерь, необходимо сопоставить требования к средствам поверки и обязательные требования действующей ГПС.

Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с документацией по их эксплуатации.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80 «Правила техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок». Соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на меру.

При проведении поверки, поверяемые СИ и СИ, применяемые при поверке, должны быть заземлены.

Требования безопасности – по ГОСТ Р 52319 – для класса защиты I, категории измерений.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие приборов МЦЕ-23А следующим требованиям:

- приборы МЦЕ-23А, представленные на периодическую поверку, должны иметь данные о предыдущей поверке;
- приборы МЦЕ-23А после ремонта должны быть представлены на первичную поверку;
- корпус приборов МЦЕ-23А и разъемы не должны иметь механических повреждений;
- наличие измерительного кабеля КБДА.685671.002;
- проверку соответствия внешнего вида СИ описанию типа СИ;
- проверку наличия знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- выявление дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и (или) на результаты поверки; устранение выявленных дефектов до начала поверки;
- отсутствие внутри корпуса посторонних предметов или отсоединившихся деталей.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если приборы МЦЕ-23А соответствуют вышеуказанным требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Выдерживать приборы МЦЕ-23А в течение не менее 30 мин при условиях окружающей среды, указанных в таблице 3.

Подготовить к работе эталоны и средства измерений, используемые при поверке (таблица 4) в соответствии с эксплуатационной документацией.

Проверить условия окружающей среды: температуру окружающего воздуха, относительную влажность воздуха, атмосферное давление. Условия окружающей среды должны не превышать значений, указанных в пункте 3 (таблица 3).

8.2 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку проводят с помощью испытательной высоковольтной установки. Подают испытательное напряжение 1500 В переменного тока частотой 50 Гц между одним из штырей питания и штырем заземления вилки кабеля сетевого питания в течение 1 мин.

Прибор МЦЕ-23А считается выдержавшим проверку, если не произошло полного пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

8.3 Проверка сопротивления изоляции

Проверку сопротивления изоляции проводят при напряжении (500 ± 100) В. Измеритель сопротивления подключают между проводами кабеля сетевого питания (клавиша включения питания «Сеть» в положении «0»), затем поочередно между каждым проводом, не связанным с корпусом и клеммой заземления.

Прибор МЦЕ-23А считается выдержавшим проверку, если измеренное сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

8.4 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность прибора МЦЕ-23А.

Меру емкости МПЕТ-1А 100 пФ с параллельно включенной мерой сопротивления 16 кОм из состава МПЕТ-1А с помощью измерительного кабеля подключают к прибору. Устанавливают поддиапазон «100 пФ». Проводят измерения в режимах «15 мВ», «50 мВ», «300 мВ».

Результат опробования считается положительным если прибор МЦЕ-23А выдает показания емкости и тангенса угла потерь в каждом режиме.

9 Определение метрологических характеристик меры и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение частоты тест-сигнала

Соединить вход частотомера и разъем «Iв» прибора коаксиальным кабелем с двумя разъемами типа «BNC». Провести измерения частоты.

Результат поверки считается положительным, если измеренное значение частоты тест-сигнала находится в пределах (1000 ± 3) кГц.

9.2 Определение относительной погрешности измерений емкости

Проводят измерения на приборе МЦЕ-23А методом прямых измерений с применением набора эталонных мер электрической емкости и при режимах, указанных в таблице 5. При измерении электрической емкости дополнительно определяют значения тангенса угла потерь $\text{tg}\delta$.

Таблица 5 - Определение относительной погрешности измерений емкости

Тип меры	Номинальное значение меры	Поддиапазон	Режим, мВ	Допускаемая погрешность измерений, %*	
МУП-4А	1 пФ	10 пФ	15	±1,2	
			50	±0,8	
			300	±0,8	
	4 пФ		15	±0,7	
			50	±0,4	
			300	±0,4	
	10 пФ		15	±0,6	
			50	±0,3	
			300	±0,3	
	10 пФ	100 пФ	300	±0,4	
	40 пФ		15	±0,6	
			50	±0,2	
300			±0,2		
МПЕТ-1А	100 пФ		15	±0,5	
			50	±0,2	
			300	±0,2	
	100 пФ	1 нФ	300	±0,3	
	400 пФ		15	±0,6	
			50	±0,2	
			300	±0,2	
	1 нФ		15	±0,5	
			50	±0,2	
			300	±0,2	
1 нФ	10 нФ	300	±0,3		

Тип меры	Номинальное значение меры	Поддиапазон	Режим, мВ	Допускаемая погрешность измерений, %*
МПЕТ-1А	4 нФ	10 нФ	15	±0,6
			50	±0,5
			300	±0,5
	10 нФ		15	±0,5
			50	±0,5
			300	±0,5
Примечание: Допускаемая погрешность измерений в данной таблице носит информативный характер и ее необходимо пересчитать по формулам (1) – (4), т.к. в формуле расчета применяются измеренные значения емкости и тангенса угла потерь эталонной меры				

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений емкости ΔC определяют по формулам:

в режиме «15 мВ»

$$\pm ((0,005 + 0,003 \cdot \operatorname{tg} \delta) \cdot C + 0,005[n\Phi] + 3 \text{ ед.счета}); \quad (1)$$

в режимах «50 мВ» и «300 мВ»

при $C \leq 3000 \text{ пФ}$

$$\pm ((0,002 + 0,003 \cdot \operatorname{tg} \delta) \cdot C + 0,005[n\Phi] + 1 \text{ ед.счета}); \quad (2)$$

при $C > 3000 \text{ пФ}$

$$\pm ((0,005 + 0,003 \cdot \operatorname{tg} \delta) \cdot C), \quad (3)$$

где C – измеренная емкость, $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла потерь измеряемого объекта.

Примечание: Погрешность измерений емкости нормируется при отсчете по тангенсу угла потерь менее 0,9999. Если при измерениях показания прибора по емкости составляют менее 0,09 от максимального значения установленного поддиапазона емкости, то показания прибора по тангенсу угла потерь не нормируются.

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений емкости δC определяют по формуле:

$$\pm \frac{\Delta C}{C} \cdot 100 \quad (4)$$

Абсолютную или относительную погрешность измерений емкости определяют по формулам 5 и 6 соответственно:

$$\Delta C_n = C_{\text{изм}} - C_{\text{эт}}, \quad (5)$$

$$\Delta C_n = \frac{C_{\text{изм}} - C_{\text{эт}}}{C_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $C_{\text{изм}}$ – измеренное значение емкости, $C_{\text{эт}}$ – действительное значение эталонной меры.

Результат поверки считается положительным, если погрешность измерений не превышает допускаемое значение.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений тангенса угла потерь

Проводят измерения на приборе МЦЕ-23А методом прямых измерений с применением составных мер тангенса угла потерь, состоящих из набора эталонных мер емкости и электрического сопротивления, и при режимах, указанных в таблице 6. При проведении измерений для получения различных значений тангенса угла потерь используют суммирующее устройство, входящее в состав набора мер.

Таблица 6 - Определение абсолютной погрешности измерений тангенса угла потерь

Тип мер	Номинальное значение меры емкости	Номинальное значение меры сопротивления	Расчетное значение тангенса угла потерь, 10^{-4}	Поддиапазон	Режим, мВ	Допускаемая погрешность измерений*, 10^{-4}	
МУП-4А	1 пФ	100 МОм	16	10 пФ	300	±5,5	
		30 МОм	53		300	±7	
	10 пФ	10 МОм	16		300	±3	
		3 МОм	53		50	±12	
		0,3 МОм	133		300	±4	
					50	±26	
	40 пФ	10 МОм	4		100 пФ	300	±18
						50	±2
МПЕТ-1А	100 пФ	160 кОм	100		50	±13	
		16 кОм	995		300	±5	
					50	±40	
					300	±32	
					50	±309	
		1,6 кОм	9947		300	±302	
	1 нФ	16 кОм	100	1 нФ	50	±13	
		1,6 кОм	995		300	±5	
					50	±40	
					300	±32	
					50	±310	
		160 Ом	9947		300	±304	
	10 нФ	160 Ом	995	10 нФ	50	±50	
					300	±35	

Примечание: Допускаемая погрешность измерений в данной таблице носит информативный характер и ее необходимо пересчитать по формулам (9) – (12), т.к. в формуле расчета применяется значения тангенса угла потерь эталонной меры.

Для определения действительного значения тангенса угла потерь составной меры необходимо к расчетному значению тангенса угла потерь добавить тангенс угла потерь меры емкости.

Допускается абсолютную погрешность измерений тангенса угла потерь определять для других значений тангенса угла потерь и при других значениях электрической емкости. Для этого расчетное значение тангенса угла потерь определяют по формулам:

для параллельной схемы замещения

$$\operatorname{tg} \delta_{\text{расч}} = \frac{159,2}{R \cdot C}, \quad (7)$$

для последовательной схемы замещения

$$\operatorname{tg} \delta_{\text{расч}} = 6,28 \cdot 10^{-3} \cdot R \cdot C, \quad (8)$$

где R – сопротивление в килоомах, C – электрическая емкость в пикофарадах.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тангенса угла потерь определяют по формулам:

в режиме «50 мВ»

при $2 \text{ пФ} \leq C \leq 3000 \text{ пФ}$

$$\pm (0,03 \cdot \operatorname{tg} \delta + 1 \cdot 10^{-3}); \quad (9)$$

при $0,8 \text{ пФ} \leq C < 2 \text{ пФ}$ и $C > 3000 \text{ пФ}$

$$\pm (0,03 \cdot \operatorname{tg} \delta + 2 \cdot 10^{-3}); \quad (10)$$

в режиме «300 мВ»

при $2 \text{ пФ} \leq C \leq 3000 \text{ пФ}$

$$\pm (0,03 \cdot \operatorname{tg} \delta + 2 \cdot 10^{-4}); \quad (11)$$

при $0,8 \text{ пФ} \leq C < 2 \text{ пФ}$ и $C > 3000 \text{ пФ}$

$$\pm (0,03 \cdot \operatorname{tg} \delta + 5 \cdot 10^{-4}), \quad (12)$$

где $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла потерь измеряемого объекта.

Примечание: Погрешность измерений тангенса угла потерь в режиме «15 мВ» и для объектов емкостью менее 0,8 пФ не нормируется.

Абсолютную погрешность измерений тангенса угла потерь определяют по формуле:

$$\Delta \operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} \delta_{\text{изм}} - \operatorname{tg} \delta_{\text{расч}} + \operatorname{tg} \delta_{\text{м}}, \quad (13)$$

где $\operatorname{tg} \delta_{\text{изм}}$ – измеренное значение тангенса угла потерь составной меры;

$\operatorname{tg} \delta_{\text{расч}}$ – расчетное значение тангенса угла потерь составной меры;

$\operatorname{tg} \delta_{\text{м}}$ – тангенс угла потерь используемой меры емкости.

Результат поверки считается положительным, если погрешность измерений не превышает допускаемое значение.

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Оценка соответствия приборов МЦЕ-23А обязательным метрологическим требованиям к рабочему эталону единицы электрической емкости 3-го разряда проводится на соответствие ГОСТ 8.371-80. Определяется относительная погрешность измерений электрической емкости по формуле (6). Результаты оценки соответствия метрологическим требованиям можно применить к диапазону номинальных значений от 5 пФ до 10 нФ при режимах «50 мВ» и «300 мВ».

Результаты оценки считаются положительными, если относительная погрешность измерений электрической емкости не превышает значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 – Проверка на соответствие обязательным метрологическим требованиям

C _{ном}	Режим, мВ	Поддиапазон	Относительная погрешность измерений емкости, %	
			фактическая	допускаемая
10 пФ	50	10 пФ		±0,3
	300			
40 пФ	50	100 пФ		
	300			
100 пФ	50			
	300			
400 пФ	50	1 нФ		±0,3
	300			
1 нФ	50			±0,5
	300			
4 нФ	50	10 нФ		
	300			
10 нФ	50			
	300			

10 Оформление результатов поверки

Положительные результаты первичной и периодической поверки приборов МЦЕ-23А передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По требованию заказчика знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

Если по результатам поверки прибор признают негодным, то оформляется извещение о непригодности с протоколом поверки (Приложении А).

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его оформлении) по требованию заказчика.

Всего листов ____ Лист ____

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц

Адрес организации, проводящей поверку

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ ____ от ____ г.

Наименование средства измерения (эталона), тип	Прибор для измерения электрической емкости и тангенса угла потерь конденсаторов МЦЕ-23А
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Изготовитель	АО «НИИ «Гириконд», г. Санкт-Петербург
Год выпуска	
Заказчик	
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки: первичная (периодическая) поверка**Методика поверки:** МП 2202-0094-2023 «ГСИ. Приборы для измерения электрической емкости и тангенса угла потерь конденсаторов МЦЕ-23А. Методика поверки»**Средства поверки:**

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

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
температура окружающего воздуха, °С	от 18 до 22	
относительная влажность воздуха, %	не более 80	
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	

Результаты поверки**1. Внешний осмотр:** _____**2. Определение электрической прочности изоляции (заполняется при первичной поверке)**
_____**3. Определение сопротивления изоляции (заполняется при первичной поверке)**

4. Опробование: _____

5. Определение метрологических характеристик (в соответствии с требованиями методики поверки _____)

5.1 Определение частоты тест-сигнала

Таблица 1 - Определение частоты тест-сигнала

Измеренное значение частоты тест-сигнала, кГц	Допускаемое значение частоты тест-сигнала, кГц
	1000±3

5.2 Определение относительной погрешности измерений емкости

Таблица 2 — Результаты поверки по электрической емкости

Таблица 2 — Результаты поверки по электрической емкости									
Тип меры	Номинальное значение меры	Поддиапазон	Режим, мВ	Измеренное значение емкости	Измеренное значение тангенса угла потерь, 10 ⁻⁴	Погрешность измерений электрической емкости, %			
						Фактическая	Допускаемая	Допускаемая на 3 разряд	
МУП-4А	1 пФ	10 пФ	15					-	
			50					-	
			300					-	
	4 пФ		15					-	
			50					-	
			300					-	
	10 пФ		15					-	
			50					±0,3	
			300					±0,3	
	10 пФ	100 пФ	300					-	
			40 пФ	15					-
				50					±0,3
	300							±0,3	
	МПЕТ-1А		100 пФ	15					-
				50					±0,3
300								±0,3	

Тип меры	Номинальное значение меры	Поддиапазон	Режим, мВ	Измеренное значение емкости	Измеренное значение тангенса угла потерь, 10 ⁻⁴	Погрешность измерений электрической емкости, %		
						Фактическая	Допускаемая	Допускаемая на 3 разряд
МПЕТ-1А	100 пФ	1 нФ	300					-
	400 пФ		15					-
			50					±0,3
			300					±0,3
			15					-
	50						±0,5	
	300						±0,5	
	1 нФ	10 нФ	300					-
	4 нФ		15					-
			50					±0,5
			300					±0,5
			15					-
	10 нФ		50					±0,5
			300					±0,5

4.3 Определение абсолютной погрешности измерений тангенса угла потерь

Таблица 3 — Результаты поверки по тангенсу угла потерь

Тип мер	Номинальное значение меры емкости	Номинальное значение меры сопротивления	Расчетное значение тангенса угла потерь, 10 ⁻⁴	Поддиапазон	Режим, мВ	Измеренное значение тангенса угла потерь, 10 ⁻⁴	Погрешность измерений тангенса угла потерь, 10 ⁻⁴	
							Фактическая	Допускаемая
МУП-4А	1 пФ	100 МОм	16	10 пФ	300			
		30 МОм	53		300			
	10 пФ	10 МОм	16		300			
		3 МОм	53		50			
		0,3 МОм	133		300			
					50			
	300							
	40 пФ	10 МОм	4	100 пФ	300			

Тип мер	Номинальное значение меры емкости	Номинальное значение меры сопротивления	Расчетное значение тангенса угла потерь, 10 ⁻⁴	Поддиапазон	Режим, мВ	Измеренное значение тангенса угла потерь, 10 ⁻⁴	Погрешность измерений тангенса угла потерь, 10 ⁻⁴	
							Фактическая	Допускаемая
МПЕТ-1А	100 пФ	160 кОм	100	100 пФ	50			
					300			
		16 кОм	995		50			
					300			
		1,6 кОм	9947		50			
					300			
	1 нФ	16 кОм	100	1 нФ	50			
					300			
		1,6 кОм	995		50			
					300			
		160 Ом	9947		50			
					300			
	10 нФ	160 Ом	995	10 нФ	50			
					300			

5. Дополнительная информация: _____

Заключение: Средство измерений соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признано годным (непригодным) к применению в качестве эталона единицы электрической емкости 3 разряда в соответствии с ГОСТ 8.371-80 «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости» в диапазоне номинальных значений от 5 пФ до 10 нФ при режимах «50 мВ» и «300 мВ».

На основании результатов поверки выдано (по заявлению владельца СИ)

Свидетельство о поверке № _____ от _____ г.

Поверку провёл _____ г.