

Федеральное государственное унитарное предприятие
Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений
Восточно-Сибирский филиал

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель директора
Восточно-Сибирского филиала
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Г.И. Модестова

«05» ноября 2024 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Меры диэлектрических параметров МДП

Методика поверки

МФРН.411648.006 МП

Иркутск 2024

Содержание

Общие положения	3
1 Перечень операций поверки	5
2 Требования к условиям проведения поверки	5
3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	6
4 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	6
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
6 Внешний осмотр	7
7 Подготовка к поверке и опробование	7
8 Определение диэлектрических параметров МДП и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	7
9 Оформление результатов поверки	8
Приложение 1 Рекомендуемая форма протокола поверки	10

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на меры диэлектрических параметров МДП (далее по тексту – МДП), применяемых в качестве рабочих эталонов 1-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерения комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 10 Гц до 10 МГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3467, и государственной поверочной схемой для средств измерения комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 0,1 до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1489 г. (далее: ГПС для СИ комплексной диэлектрической проницаемости)

Методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

В результате поверки МДП должны быть подтверждены метрологические характеристики, указанные в паспорте на МДП (таблица 1), и обязательные требования к мерам диэлектрических параметров МДП, применяемым в качестве рабочих эталонов 1-го разряда в соответствии с ГПС для средств измерения комплексной диэлектрической проницаемости (таблица 2).

Таблица 1 - Метрологические характеристики МДП

Наименование характеристики	Значение
Мера диэлектрических параметров подложек МДПп	
Рабочая частота, ГГц, фиксированная в диапазоне	от 7 до 40
Диапазон измеряемых значений:	
- относительной диэлектрической проницаемости (ϵ)	от 7 до 45
- тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg}\delta$)	от $3 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$
Пределы относительной допускаемой погрешности измерений:	
- относительной диэлектрической проницаемости (δ_ϵ), %	$\pm (0,5 - 1,0)$
- тангенса угла диэлектрических потерь ($\delta_{\operatorname{tg}}$), %	$\pm (10 - 40)$
Мера диэлектрических параметров стержней МДПс	
Рабочая частота, ГГц, фиксированная в диапазоне	от 3 до 12
Диапазон измеряемых значений:	
- относительной диэлектрической проницаемости (ϵ)	от 3,6 до 16
- тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg}\delta$)	от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$
Пределы относительной допускаемой погрешности измерений:	
- относительной диэлектрической проницаемости (δ_ϵ), %	$\pm (0,5 - 1,0)$
- тангенса угла диэлектрических потерь ($\delta_{\operatorname{tg}}$), %	$\pm (15 - 25)$

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Мера диэлектрических параметров дисков в диапазоне низких частот МДПн	
Рабочая частота, Гц, фиксированная в диапазоне	от 10 до 10^6
Диапазон измеряемых значений:	
- относительной диэлектрической проницаемости (ϵ)	от 2 до 20
- тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg}\delta$)	от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$
Пределы относительной допускаемой погрешности измерения:	
- относительной диэлектрической проницаемости (δ_ϵ), %	$\pm (0,5 - 1,0)$
- тангенса угла диэлектрических потерь ($\delta_{\operatorname{tg}\delta}$), %	$\pm (15 - 40)$
Мера диэлектрических параметров дисков в диапазоне высоких частот МДПдв	
Рабочая частота, ГГц, фиксированная в диапазоне	от 0,1 до 12
Диапазон измеряемых значений:	
- относительной диэлектрической проницаемости (ϵ)	от 2 до 100
- тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg}\delta$)	от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$
Пределы относительной допускаемой погрешности измерения:	
- относительной диэлектрической проницаемости (δ_ϵ), %	$\pm (0,2 - 2,0)$
- тангенса угла диэлектрических потерь ($\delta_{\operatorname{tg}\delta}$), %	$\pm (5 - 40)$

Таблица 2 – Требования к эталонам 1-го разряда

Метрологическая характеристика	Требования к рабочим эталонам 1-го разряда в соответствии с ГПС для СИ комплексной диэлектрической проницаемости	
Диапазон частот, Гц (ГЭТ 121-2015)	от 10 до 10^6	
Диапазон частот, ГГц (ГЭТ 110-2023)		от 0,1 до 178,4
Диапазон воспроизведения относительной диэлектрической проницаемости (ϵ), %	от 1 до 100	от 1,2 до 130
Пределы относительной погрешности измерений ϵ (δ_ϵ), %	$\pm (0,2 - 2,0)$	$\pm (0,2 - 2,0)$
Диапазон воспроизведения тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg}\delta$)	от $2 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-1}$	от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-1}$
Пределы относительной погрешности измерений $\operatorname{tg}\delta$ ($\delta_{\operatorname{tg}\delta}$), %	$\pm (5 - 40)$	$\pm (5 - 30)$

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость МДП к государственным первичным эталонам ГЭТ 110-2023 и ГЭТ 121-2015 в соответствии с ГПС для СИ

комплексной диэлектрической проницаемости. В методике поверки реализован метод прямых измерений с применением ГЭТ.

При определении метрологических характеристик МДП в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы от государственных первичных эталонов ГЭТ 110-2023 и ГЭТ 121-2015 в соответствии с ГПС для СИ комплексной диэлектрической проницаемости)

Интервал между поверками 1 год.

1 Перечень операций поверки

1.1 Для поверки МДП выполняют операции, указанные в таблице 3. Первичной поверке МДП подлежит до ввода ее в эксплуатацию. В процессе эксплуатации МДП подлежит периодической поверке. Периодическую поверку проводят также при вводе в эксплуатацию после длительного хранения (более одного интервала между поверками).

Таблица 3 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность выполнения операций при поверке	
		первичной	периодической
Контроль условий	2	да	да
Внешний осмотр	6	да	да
Подготовка к поверке	7	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	8	да	да

1.2 При получении отрицательных результатов при проведении любой из указанных операций поверку прекращают.

2 Требования к условиям проведения поверки

Таблица 4 – Требования к условиям проведения поверки.

Температура окружающего воздуха, °C	от +18 до +25
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 800

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускают работников юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки в соответствии с

законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации. К поверке МДП допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей средств измерений радиотехнических величин, прошедших инструктаж по технике безопасности, изучивших руководство по эксплуатации и правила содержания и применения государственных первичных эталонов ГЭТ 110-2023 и ГЭТ 121-2015, владеющих навыками работы с персональным компьютером.

4 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

Во время подготовки и проведения поверки должны выполняться требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током по ГОСТ Р 12.1.019-2009 и требования техники безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталоны и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 5 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие средств поверки	Требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.2 Контроль условий поверки	Средства измерения: -температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °C до 25 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; - относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 90 % с погрешностью не более 2 %; - атмосферного давления в диапазоне от 650 до 800 мм рт. ст.	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М, Рег. № 15500-12, из состава ГЭТ 110-2023
п. 8 Определение метрологических характеристик	Средства воспроизведения и передачи единиц комплексной диэлектрической проницаемости. Диапазон измерений: - относительной диэлектрической проницаемости от 1 до 130 - тангенса угла диэлектрических потерь от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Пределы относительных погрешностей измерений: - относительной диэлектрической проницаемости (0,2-2) % - тангенса угла диэлектрических потерь (5-40) %	ГЭТ 110-2023 Государственный первичный эталон комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 0,1 до 178,4 ГГц. ГЭТ 121-2015 Государственный первичный эталон комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 10 Гц до 10 МГц.

Применяемые при поверке средства измерений, в том числе входящие в состав ГПЭ, должны быть поверены и иметь действующие записи о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 года № 2510.

6 Внешний осмотр

6.1 Кейс с мерой должен плотно закрываться и не иметь повреждений.

6.2 На этикетке должны отсутствовать дефекты, препятствующие чтению надписей и маркировки.

6.3 Комплектность меры, маркировка, заводской номер должны соответствовать паспорту.

6.4 Элементы меры (подложки, стержни и диски) не должны иметь внешних повреждений (трещин, сколов, царапин) и загрязнений.

7 Подготовка к поверке

7.1 Проверяют условия окружающей среды. Они должны соответствовать требованиям п. 2 настоящей методики.

7.2. Государственные первичные эталоны должны быть аттестованы, а средства измерений из состава ГПЭ иметь действующие свидетельства о поверке.

7.3 Оборудование из состава эталона подготавливают к работе в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации ГЭТ.

8 Определение метрологических характеристик МДП и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

8.1 При определении метрологических характеристик МДП в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы от государственных первичных эталонов ГЭТ 110-2023 и ГЭТ 121-2015. В методике поверки реализован метод прямых измерений с применением ГЭТ. Работы по определению метрологических характеристик МДП проводят в строгом соответствии с правилами содержания и применения и руководствами по эксплуатации ГПЭ.

8.2 Обработка результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик, должна выполняться по формулам, указанным в правилах содержания и применения ГПЭ, и в соответствии с указаниями выполнения процедур поверки. Критерием принятия поверителем решения по подтверждению соответствия МДП метрологическим

требованиям, установленным при утверждении типа, является отсутствие результатов измерений, выходящих за пределы нормируемых значений.

Результат поверки МДП считаются положительными, если метрологические характеристики соответствуют данным, указанным в паспорте на МДП.

8.3 Метрологические характеристики МДП должны соответствовать требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 1-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерения комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 10 Гц до 10 МГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3467, и государственной поверочной схемой для средств измерения комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 0,1 до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 21.07.2023 г. № 1489 г.

Результат поверки считают положительным, если полученные результаты соответствуют требованиям, указанным в таблице 2 данной методики поверки.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительные результаты поверки МДП оформляются в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 года № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» с выдачей свидетельства о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

В свидетельстве о поверке МДП обязательно должно быть подтверждение соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталонам 1-го разряда.

9.2 Результаты поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ) в соответствии с порядком создания и ведения ФИФ, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

9.3 Результаты операций по поверке МДП заносят в протокол поверки. Протокол поверки оформляется в виде приложения к свидетельству о поверке или в виде самостоятельного документа в произвольной форме. Выдача протоколов поверки и передача сведений о поверке в ФИФ обязательны. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении 1.

9.4 При проведении поверки в ограниченном диапазоне измерений, информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по

обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 года № 2510.

9.5 При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности к применению в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга РФ от 31 июля 2020 года № 2510, и сведения передаются в ФИФ.

Приложение 1
(рекомендуемое)

Федеральное государственное унитарное предприятие
"Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений"
ФГУП «ВНИИФТРИ»
Восточно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ»

Протокол поверки № _____ от ___. _____. 202_ года

Вид поверки	<i>первичная / периодическая</i>		
Период проведения поверки (даты)	<i>с</i>	<i>по</i>	
Номер заявки/вх. № письма/№ договора			
Владелец СИ (по разрешению заказчика)			
Место выполнения работы (адрес, корпус)			
Наименование, тип (модификация) средства измерений, регистрационный номер в ФИФ	<i>Мера диэлектрических параметров МДП Регистрационный № _____</i>		
В составе	<i>МДПн-7/0,5; МДПн-7/1; МДПн-10/0,5; МДПн-10/1.</i>		
Отметка о поверке в сокращенном объеме			
Номер знака предыдущей поверки			<i>Год выпуска СИ</i> 2024
Заводской (серийный) номер	<i>МДПн-01/24</i>		
Номер и наименование методики поверки	<i>ГСИ. Меры диэлектрических параметров МДП. Методика поверки» МФРН.411648.006 МП.</i>		

Условия проведения операций поверки:	нормируемые	текущие	ед. изм.
Температура окружающей среды	от 18 до 25	от _____ до _____	°C
Относительная влажность воздуха	от 30 до 80	от _____ до _____	%
Атмосферное давление	от 630 до 800	от _____ до _____	мм рт. ст.

1. Средства поверки		
Наименование, тип	Метрологические характеристики	Свидетельство о поверке/сертификат калибровки/аттестат, паспорт №, дата
Аппаратура ГЭТ 110-2023		

2 Результаты поверки

2.1 Внешний осмотр

Комплектность (соответствие формуляру/паспорту)	соответствует паспорту
Повреждения кейса и элементов меры (наличие/отсутствие)	отсутствуют
ГПЭ Регистрационный № ГЭТ 110-2023	Дата аттестации _____ действительно до _____

2.2 Определение метрологических характеристик

2.2.1 Определение диапазона рабочих частот.

Рабочая частота $f_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ ГГцДобротность $Q_{00} = \underline{\hspace{2cm}}$

2.2.2 Определение диэлектрических параметров и относительных погрешностей измерений относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.

Таблица 4 – Результаты измерений

Мера МДП Элемент меры	Данные паспорта на МДП		Измеренные значения (3 измерения)	Средние значения	Относит. погрешности измерений, %
ϵ	ϵ				
	$\text{tg}\delta$				
$\text{tg}\delta$	ϵ				
	$\text{tg}\delta$				
ϵ	ϵ				
	$\text{tg}\delta$				
$\text{tg}\delta$	ϵ				
	$\text{tg}\delta$				

Вывод Относительные погрешности измерений не превышают/превышают указанных в паспорте: $\pm \underline{\hspace{2cm}}\%$ по ϵ ; $\pm \underline{\hspace{2cm}}\%$ по $\text{tg}\delta$.

Вывод: метрологические характеристики МДПн/01-24 соответствуют приведенным в паспорте и соответствуют требованиям к эталонам 1-го разряда по ГПС для СИ комплексной диэлектрической проницаемости

Мера диэлектрических параметров МДПн/01-24 годна к применению до 202 года.

Проверку провел

Должность

Подпись

Инициалы, фамилия