



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
(Росстандарт)

П Р И К А З

28 мая 2018 г.

№ 1044

Москва

Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц

В соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений», Временным порядком разработки (пересмотра) и утверждения государственных поверочных схем, утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2017 г. № 1832, а также принимая во внимание решение научно-технической комиссии по метрологии и измерительной технике Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 мая 2018 г. (протокол № 49-пр) п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить прилагаемую Государственную поверочную схему для средств измерений относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц (далее - ГПС).

2. Установить, что ГПС применяется для Государственного первичного эталона единиц относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц (ГЭТ 174-2016) и вводится в действие с 1 августа 2018 г.

3. Управлению технического регулирования и стандартизации (Д.А.Тощев) обеспечить отмену национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 8.768-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц».

4. ФГУП «ВНИИФТРИ» (С.И.Донченко) внести информацию об утверждении ГПС в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5. Информационно-аналитическому управлению (Т.Я.Кожевникова) разместить информацию об утверждении ГПС на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет.

6. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

Заместитель Руководителя

С.С.Голубев

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП,
хранится в системе электронного документооборота
Федеральное агентство по техническому регулированию и
метрологии.

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат: 00E1036ECD011E780DAE0071B1B53CD41
Кому выдан: Голубев Сергей Сергеевич
Действителен: с 20.11.2017 до 20.11.2018

УТВЕРЖДЕНА
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «28» мая 2018 г. № 1044

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ
ИЗМЕРЕНИЙ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И
МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЕЙ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ
ОТ 1 МГц ДО 18 ГГц**

1. Область применения

Настоящая государственная поверочная схема распространяется на средства измерений относительной диэлектрической проницаемости, относительной магнитной проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь и тангенса угла магнитных потерь в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц и устанавливает порядок передачи единиц относительных диэлектрической, магнитной проницаемостей и тангенса угла диэлектрических и магнитных потерь от государственного первичного эталона средствами измерений с помощью рабочих эталонов с указанием погрешностей, неопределенностей и методов передачи.

Графическая часть Государственной поверочной схемы для средств измерений относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц представлена в приложении А.

2. Государственный первичный эталон

2.1. Государственный первичный эталон единиц относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц (далее - государственный первичный эталон) предназначен для воспроизведения, хранения единиц диэлектрической, магнитной проницаемостей и тангенса угла диэлектрических и магнитных потерь в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц и передачи их рабочим эталонам и средствам измерений методом косвенных измерений.

2.2. Государственный первичный эталон состоит из семи эталонных установок, каждая из которых в свою очередь состоит из соответствующего компаратора, набора эталонных мер для воспроизведения единицы, контроля стабильности и передачи размера единиц, серийной аппаратуры генерации и измерения сигналов, а также системы сбора и обработки информации на базе персонального компьютера.

2.2.1. Эталонная установка ЭУ-1 предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц относительной магнитной проницаемости в диапазоне значений от 1,5 до 100 и тангенса угла магнитных потерь в диапазоне значений от $1 \cdot 10^{-3}$ до 1 изотропных материалов в диапазоне частот от 1 до 200 МГц посредством компаратора, выполненного по схеме двойного Т-образного моста.

2.2.2. Эталонная установка ЭУ-2 предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единицы относительной диэлектрической проницаемости в диапазоне значений от 1,5 до 10 изотропных материалов в диапазоне частот от 1 до 200 МГц посредством компаратора – измерителя диэлектрической проницаемости резонансного типа.

2.2.3. Эталонная установка ЭУ-3 предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц относительной диэлектрической проницаемости в диапазоне значений от 1 до 10, относительной магнитной проницаемости в

диапазоне значений от 1 до 10, тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ и тангенса угла магнитных потерь в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ изотропных материалов в диапазоне частот от 600 МГц до 4 ГГц посредством компаратора на основе коаксиального резонатора переменной длины.

2.2.4. Эталонная установка ЭУ-4 предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц относительной диэлектрической проницаемости в диапазоне от 1,2 до 30 и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ изотропных материалов в диапазоне частот от 200 МГц до 2 ГГц посредством компаратора на основе тороидального резонатора с частичным заполнением измерительной ячейки, в который введен дополнительный измерительный коаксиальный конденсатор.

2.2.5. Эталонная установка ЭУ-5 предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц относительной диэлектрической проницаемости в диапазоне от 1,2 до 400,0 и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ изотропных материалов в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц посредством компаратора на основе электромагнитной системы, состоящей из волноводно-диэлектрического резонатора – радиального волновода и подвижных элементов возбуждения электромагнитных колебаний.

2.2.6. Эталонная установка ЭУ-6 предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц относительной диэлектрической проницаемости в диапазоне от 1,2 до 400,0 и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ изотропных материалов в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц посредством компаратора на основе электромагнитной системы, состоящей из волноводно-диэлектрического резонатора - отрезка круглого волновода и подвижных элементов возбуждения осесимметричных электромагнитных колебаний.

2.2.7. Эталонная установка ЭУ-7 предназначена для воспроизведения, хранения и передачи единиц относительной диэлектрической проницаемости в диапазоне от 2 до 20 и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ анизотропных материалов в диапазоне частот от 2 до 18 ГГц посредством компаратора на основе электромагнитной системы, состоящей из волноводно-диэлектрического резонатора - отрезка круглого волновода и подвижных элементов возбуждения осесимметричных электрических и магнитных волн различного типа.

2.3. Государственный первичный эталон обеспечивает воспроизведение единиц относительных диэлектрической, магнитной проницаемостей и тангенса угла диэлектрических и магнитных потерь со следующими метрологическими характеристиками.

2.3.1. Относительной магнитной проницаемости изотропных материалов (установки ЭУ-1, ЭУ-3) со средним квадратическим отклонением (СКО) результатов измерений S от $2 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ при 10 независимых измерениях, и с доверительными границами неисключенной систематической погрешности (НСП) $\theta(P)$ от $6 \cdot 10^{-4}$ до $6 \cdot 10^{-3}$ при доверительной вероятности 0,99.

2.3.2. Тангенса угла магнитных потерь изотропных материалов (установки ЭУ-1, ЭУ-3) с СКО результатов измерений S от $1 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ при 10 независимых измерениях, и с доверительными границами НСП $\theta(P)$ от $3 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ при доверительной вероятности 0,99.

2.3.3. Относительной магнитной проницаемости и тангенса угла магнитных потерь изотропных материалов в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 - Неопределенности воспроизведения относительной магнитной проницаемости и тангенса угла магнитных потерь изотропных материалов

Воспроизводимая единица	Относительная магнитная проницаемость	Тангенс угла магнитных потерь
Стандартная неопределенность: - оцененная по типу А - оцененная по типу В	от $2 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ от $3 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-3}$	от $1 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ от $1 \cdot 10^{-2}$ до $4 \cdot 10^{-2}$
Суммарная стандартная неопределенность	от $4 \cdot 10^{-4}$ до $4 \cdot 10^{-3}$	от $2 \cdot 10^{-2}$ до $6 \cdot 10^{-2}$

2.3.4. Относительной диэлектрической проницаемости изотропных материалов (установки ЭУ-2 - ЭУ-6) с СКО результатов измерений S от $2 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ при 10 независимых измерениях, и с доверительными границами НСП $\theta(P)$ от $6 \cdot 10^{-4}$ до $6 \cdot 10^{-3}$ при доверительной вероятности 0,99.

2.3.5. Тангенса угла диэлектрических потерь изотропных материалов (установки ЭУ-2 - ЭУ-6) с СКО результатов измерений S от $1 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ при 10 независимых измерениях, и с доверительными границами НСП $\theta(P)$ от $3 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ при доверительной вероятности 0,99.

2.3.6. Относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь изотропных материалов в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 - Неопределенности воспроизведения относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь изотропных материалов

Воспроизводимая единица	Относительная диэлектрическая проницаемость	Тангенс угла диэлектрических потерь

Стандартная неопределенность: - оцененная по типу А - оцененная по типу В	от $2 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ от $3 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-3}$	от $1 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ от $1 \cdot 10^{-2}$ до $4 \cdot 10^{-2}$
Суммарная стандартная неопределенность	от $4 \cdot 10^{-4}$ до $4 \cdot 10^{-3}$	от $2 \cdot 10^{-2}$ до $6 \cdot 10^{-2}$

2.3.7. Относительной диэлектрической проницаемости анизотропных материалов (установки ЭУ-2 - ЭУ-6) с СКО результатов измерений S от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ при 10 независимых измерениях, и с доверительными границами НСП $\theta(P)$ от $6 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ при доверительной вероятности 0,99.

2.3.8. Тангенса угла диэлектрических потерь анизотропных материалов (установки ЭУ-2 - ЭУ-6) с СКО результатов измерений S от $1 \cdot 10^{-2}$ до $4 \cdot 10^{-2}$ при 10 независимых измерениях, и с доверительными границами НСП $\theta(P)$ от $3 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{-1}$ при доверительной вероятности 0,99.

2.3.9. Относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь анизотропных материалов в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 - Неопределенности воспроизведения относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь анизотропных материалов

Воспроизводимая единица	Относительная диэлектрическая проницаемость	Тангенс угла диэлектрических потерь
Стандартная неопределенность: - оцененная по типу А - оцененная по типу В	от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ от $1 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$	от $1 \cdot 10^{-2}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ от $1,7 \cdot 10^{-2}$ до $6 \cdot 10^{-2}$
Суммарная стандартная неопределенность	от $4 \cdot 10^{-4}$ до $4 \cdot 10^{-3}$	от $2 \cdot 10^{-2}$ до $7 \cdot 10^{-2}$

2.4. Для обеспечения воспроизведения единиц относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей, тангенса угла диэлектрических и магнитных потерь с указанной точностью должны быть соблюдены правила хранения и применения государственного первичного эталона, утвержденные в установленном порядке.

2.5. СКО результатов передачи единиц от государственного первичного эталона рабочим эталонам в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц составляют:

- $S_{\Sigma \varepsilon}, S_{\Sigma \mu}$ - не более 0,001 по относительной диэлектрической проницаемости и относительной магнитной проницаемости;
- $S_{\Sigma \text{tg} \delta}$ - от 0,05 до 0,1 по тангенсу угла диэлектрических и магнитных

потерь.

3. Рабочие эталоны

3.1. В качестве рабочих эталонов единиц относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей используют:

3.1.1. Эталоны единиц комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц с значениями относительной диэлектрической проницаемости от 1,2 до 400,0 и тангенса угла диэлектрических потерь от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$; эталоны комплексной магнитной проницаемости в диапазоне частот от 1 МГц до 4 ГГц с значениями относительной магнитной проницаемости от 1,5 до 100,0 и тангенса угла магнитных потерь от $1 \cdot 10^{-3}$ до 1.

3.1.2. Стандартные образцы утвержденного типа комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц с значениями диэлектрической проницаемости от 1,2 до 400,0 и тангенса угла диэлектрических потерь от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-2}$; стандартные образцы утвержденного типа комплексной магнитной проницаемости в диапазоне частот от 1 МГц до 4 ГГц с значениями относительной магнитной проницаемости от 1,5 до 100,0 и тангенса угла магнитных потерь от $1 \cdot 10^{-3}$ до 1.

3.2. Доверительные границы погрешностей δ рабочих эталонов при доверительной вероятности 0,95 составляют:

– $\delta_{\epsilon, \mu}$ от 0,3 до 3 % для относительной диэлектрической и относительной магнитной проницаемостей;

– $\delta_{\text{tg}\delta}$ от 10 до 15 % для тангенса угла диэлектрических и магнитных потерь.

3.3. Рабочие эталоны и стандартные образцы утвержденного типа комплексных диэлектрической и магнитной проницаемостей применяют для передачи единиц средствам измерений методом косвенных измерений.

4. Средства измерений

4.1. В качестве средств измерений используют измерители параметров диэлектрических и магнитных материалов, измерители параметров диэлектрических и магнитных пленок, резонаторы волноводно-диэлектрические, стандартные образцы (СО).

4.2. Пределы допускаемой погрешности средств измерений Δ составляют:

– для средств измерений магнитных параметров изотропных материалов, СО в диапазоне частот от 0,2 до 2,0 МГц: от 3 до 10 % для

относительной магнитной проницаемости, от 10 до 40 % для тангенса угла магнитных потерь;

– для средств измерений диэлектрических параметров изотропных материалов, СО в диапазоне частот от 1 до 200 МГц: от 3 до 5 % для относительной диэлектрической проницаемости;

– для средств измерений бикомплексной проницаемости изотропных материалов, СО в диапазоне частот от 0,6 до 4,0 ГГц: от 3 до 10 % для относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей, от 20 до 40 % для тангенса угла диэлектрических и магнитных потерь;

– для средств измерений диэлектрических параметров изотропных материалов, СО в диапазоне частот от 0,2 до 2,0 ГГц: от 3 до 10 % для относительной диэлектрической проницаемости, от 20 до 40 % для тангенса угла диэлектрических потерь;

– для средств измерений диэлектрических параметров изотропных материалов, СО в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц: от 1 до 10 % для относительной диэлектрической проницаемости, от 20 до 30 % для тангенса угла диэлектрических потерь;

– для средств измерений диэлектрических параметров анизотропных материалов, СО в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц: от 1 до 10 % для относительной диэлектрической проницаемости, от 20 до 40 % для тангенса угла диэлектрических потерь.

Государственная поверочная схема для средств измерений относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей в диапазоне частот от 1 МГц до 18 ГГц

