

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Певнева Н.А.

На основании априорной информации (параметров, характеризующих волноводную измерительную систему, и результатов измерений) можно оценить неопределенности результатов измерений, проведенных с помощью метода диэлектрического стерженька и модифицированного метода свободного пространства

Диэлектрическая проницаемость материалов определялась по методам, описанным в [1] – [3].

В таблице 1 приведены рассчитанные составляющие неопределенности диэлектрической проницаемости трансформаторного масла на частоте 10 ГГц ($\epsilon = 2,43$). В таблице 2 приведены рассчитанные составляющие неопределенности диэлектрической проницаемости текстолита на частоте 34 ГГц ($\epsilon = 3,3$). В таблице 3 приведены рассчитанные составляющие неопределенности диэлектрической проницаемости оксида меди на частоте 100 ГГц ($\epsilon = 1,55$).

Таблица 1 – Результаты расчета неопределенности

$u(S1)$	$u(S2)$	$u(f)$	$u(a)$	$u(\Delta X)$	$u(d)$	$u(\lambda 0)$	$u(A)$
0,7402	0,1732	0,0000058	0,0000289	0,000289	0,0000289	-1,7·10 ⁻¹¹	0,0000868
$u(B)$	$u(G)$	$u(D)$	$u(\beta)$	$u(\gamma)$	$u(\epsilon')$	$u(\epsilon'')$	$u(\epsilon)$
0,05115	-0,4712	0,000536	13,98	14,93	0,035583	0,037068	0,051383

Для трансформаторного масла на частоте 10 ГГц расширенная неопределенность составила 0,103, что в процентном соотношении соответствует 4,2 %.

Таблица 2 – Результаты расчета неопределенности

$u(S_{01})$	$u(S_{11})$	$u(\phi_0)$	$u(\phi_1)$	$u(f)$	$u(a)$	$u(l)$	$u(d)$
0,23094	0,18937	2,887	2,887	0,0000058	0,0000289	0,0000289	0,0000289
$u(\lambda 0)$	$u(n_0)$	$u(n_1)$	$u(\alpha_0)$	$u(\alpha_1)$	$u(B)$	$u(G)$	$u(A)$
-1,5·10 ⁻¹²	-0,26588	-0,21698	1,555	1,555	6,95	1,58	0,0000217
$u(D)$	$u(\beta)$	$u(\gamma)$	$u(\epsilon')$	$u(\epsilon'')$	$u(\epsilon)$		
0,0000114	30,24	23,33	0,0215	0,0270	0,0345		

Для текстолита на частоте 34 ГГц расширенная неопределенность составила 0,069, что в процентном соотношении соответствует 2,1 %.

Таблица 3 – Результаты расчета неопределенности

$u(S_{11})$	$u(S_{21})$	$u(\phi_{11})$	$u(\phi_{21})$	$u(f)$	$u(d)$	$u(\lambda 0)$	$u(\Gamma)$
0,1622	-0,1155	4,619	3,464	577,35	0,0289	-0,0052	5,26
$u(K)$	$u(T)$	$u(\Lambda)$	$u(S_{11})$	$u(S_{21})$	$u(\epsilon)$		
3,75	17,46	0,112	2,99	2,39	0,0195		

Для оксида меди на частоте 100 ГГц расширенная неопределенность составила 0,039, что в процентном соотношении соответствует 2,5 %.

Результаты оценки показали, что исследования по методу диэлектрического стерженька с использованием САЦ обеспечивают неопределенность результатов $\pm 5\%$ при доверительной вероятности $R_d = 0,95$. Исследования по методу диэлектрического стерженька с использованием ВАЦ обеспечивают неопределенность результатов $\pm 2,5\%$ при доверительной вероятности $R_d = 0,95$. Исследования по модифицированному методу свободного пространства обеспечивают неопределенность результатов $\pm 3\%$ при доверительной вероятности $R_d = 0,95$.

Список использованных источников:

1. Певнева, Н. А. СВЧ метод определения диэлектрических свойств жидкостей / Н. А. Певнева, А. В. Гусинский, А. Л. Гурский // Доклады БГУИР. – 2012. – № 5 (67). – С. 46–50.
2. Певнева, Н. А. Использование метода цилиндрического стерженька и векторного анализатора цепей для определения диэлектрической проницаемости материалов в СВЧ диапазоне / Н. А. Певнева, А. Л. Гурский, А. М. Кострикин // Доклады БГУИР. – 2019. – № 1 (119). – С. 56–61.
3. Певнева, Н. А. Метод свободного пространства с использованием векторного анализатора цепей для определения диэлектрической проницаемости материалов на СВЧ / Н. А. Певнева, А. Л. Гурский, А. М. Кострикин // Доклады БГУИР. – 2019. – № 4 (122). – С. 32–39.