

Характеристики диэлектрических материалов

	ϵ_r	v	$\text{tg}\delta$
Полиэтилен (PE)	2,28	66%	0,00015
Радиационно-сшитый полиэтилен (XPE)	2,28	66%	0,00015
Вспененный полиэтилен (SPE)	1,3-2,0	$\leq 82\%$	0,0003
Вспененный и радиационно-сшитый полиэтилен (SPEX)	1,3-2,0	$\leq 82\%$	0,0003
Фторопласт-4 (PTFE)	2,07	69%	0,0001
Фторопласт-4 низкой плотности (LDPTFE)	1,68-1,26	77-89%	0,00005
Перфторалкокси (PFA)	2,10	69%	0,0003
Фторэтиленпропилен (FEP)	2,10	69%	0,0003

ϵ_r – эффективная диэлектрическая проницаемость

v – скорость распространения в % от скорости света

$\text{tg}\delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь

Параметры коаксиальной линии передач

Длина волны (м) $\lambda = \frac{c}{f \times \sqrt{\epsilon_r}}$

Задержка (с) $t = \frac{l \times \sqrt{\epsilon_r}}{c}$

Скорость распространения (%) $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \times 100$

Полная фаза (Град.) $\Phi = \frac{f \times \sqrt{\epsilon_r} \times l \times 360^\circ}{c}$

Волновое сопротивление (Ом) $Z_0 = \frac{138 \times \log \frac{D}{d}}{\sqrt{\epsilon_r}}$

Частота среза (Гц) $f_c = \frac{2 \times c}{(D + d) \times \pi \times \sqrt{\epsilon_r}}$

Погонная емкость (Ф/м) $C = \frac{2 \times \pi \times \epsilon_r \times \epsilon_0}{\ln \frac{D}{d}}$

c – скорость света, м/с

f – частота, Гц

ϵ_r – эффективная диэлектрическая проницаемость

l – длина, м

D – внутренний диаметр внешнего проводника, м

d – внешний диаметр внутреннего проводника, м

IEEE обозначения диапазонов частот (ГГц)

L	1 – 2	K	18,0 – 26,5	E	60 – 90
S	2 – 4	Ka	26,5 – 40,0	W	75 – 110
C	4 – 8	Q	30 – 50	F	90 – 140
X	8 – 12	U	40 – 60	D	110 – 170
Ku	12 – 18	V	50 – 75	mm	110 – 300

Волноводы EIA и IEC

EIA	RCSC	IEC	Диапазон частот, ГГц	Сечение, дюймы	Сечение, мм
WR650	WG6	R14	1,15 – 1,72	6,500×3,250	165,10 x 82,55
WR510	WG7	R18	1,45 – 2,20	5,100×2,550	129,54 x 64,77
WR430	WG8	R22	1,72 – 2,60	4,300×2,150	109,22 x 54,61
WR340	WG9A	R26	2,20 – 3,30	3,400×1,700	86,36 x 43,18
WR284	WG10	R32	2,60 – 3,95	2,840×1,340	72,14 x 34,04
WR229	WG11A	R40	3,30 – 4,90	2,290×1,145	58,17 x 29,21
WR187	WG12	R48	3,95 – 5,85	1,872×0,872	47,55 x 22,15
WR159	WG13	R58	4,90 – 7,05	1,590×0,795	40,39 x 20,19
WR137	WG14	R70	5,85 – 8,20	1,372×0,622	34,85 x 15,80
WR112	WG15	R84	7,05 – 10,00	1,122×0,497	28,50 x 12,62
WR90	WG16	R100	8,20 – 12,40	0,900×0,400	22,90 x 10,16
WR75	WG17	R120	10,00 – 15,00	0,750×0,375	19,05 x 9,52
WR62	WG18	R140	12,40 – 18,00	0,622×0,311	15,78 x 7,90
WR51	WG19	R180	15,00 – 22,00	0,510×0,255	12,95 x 6,48
WR42	WG20	R220	18,00 – 26,50	0,420×0,170	10,67 x 4,32
WR34	WG21	R260	22,00 – 33,00	0,340×0,170	8,64 x 4,32
WR28	WG22	R320	26,50 – 40,00	0,280×0,140	7,11 x 3,56
WR22	WG23	R400	33,00 – 50,00	0,224×0,112	5,69 x 2,84
WR19	WG24	R500	40,00 – 60,00	0,188×0,094	4,78 x 2,39
WR15	WG25	R620	50,00 – 75,00	0,148×0,074	3,76 x 1,88
WR12	WG26	R740	60,00 – 90,00	0,122×0,061	3,10 x 1,55
WR10	WG27	R900	75,00 - 110,00	0,100×0,050	2,54 x 1,27

Волноводы ГОСТ 51914-2002

Диапазон частот, ГГц	Сечение, мм
1,72 – 2,59	110,00 x 55,00
2,14 – 3,20	90,00 x 45,00
2,59 – 3,94	72,00 x 34,00
3,20 – 4,80	58,00 x 25,00
3,94 – 5,64	48,00 x 24,00
4,80 – 6,85	40,00 x 20,00
5,64 – 8,15	35,00 x 15,00
6,85 – 9,93	28,50 x 12,60
8,15 – 12,05	23,00 x 10,00
9,93 – 14,71	19,00 x 9,50
11,55 – 16,66	17,00 x 8,00
12,05 – 17,44	16,00 x 8,00
14,71 – 21,43	13,00 x 6,50
17,44 – 25,95	11,00 x 5,50
25,95 – 37,50	7,20 x 3,40
37,50 – 53,57	5,20 x 2,60
53,57 – 78,33	3,60 x 1,80
78,33 – 118,1	2,40 x 1,20
118,1 – 178,4	1,60 x 0,80
178,4 – 258,4	1,10 x 0,55
258,4 – 405,1	0,70 x 0,35

Серии соединителей, совместимости, диапазоны рабочих частот, максимальные мощности

Серия	F _{макс} ГГц	Рабочая мощность, Вт на частоте, ГГц,						
		*	1	2	3	4	5	6
SMPM	65		87	60	50	43	38	35
SMP	40							
1,85	<i>1</i>	65	120	80	65	56	50	45
2,40	<i>1</i>	50						
2,90	<i>2</i>	40	140	95	75	67	58	53
3,50	<i>2</i>	33	270	190	160	140	125	115
SSMA	40		355	250	200	170	160	145
7 mm	18							
BNC	10		440	300	250	215	190	175
BMA	26		560	400	325	275	250	225
SMA	<i>2</i>	26	590	410	335	290	260	240
TNC	14		610	430	350	300	270	250
SC	12		1950	1450	1150	950	850	770
N	18		1800	1400	1100	900	800	750
716	7		4200	2900	2400	2100	1800	1700

* – отмеченные одинаковой цифрой серии механически и электрически совместимы между собой

Серии соединителей, совместимости, диапазоны рабочих частот, максимальные мощности









Рабочая мощность, Вт,
на частоте, ГГц









7	8	9	10	20	30	40	50	60	65
32	30	28	27	18	16	14	13	11	10
42	40	37	35	25	20	17	16	15	14
50	46	43	40	29	24	20			
100	95	88	85	58	48				
140	130	120	115	75	60				
160	155	150	140	90					
210	190	180	170	130	110				
230	210	195	180	170					
700	650	630	580	570					
680	630	600	570	420					
1600									

Значения рабочей мощности, указанные в самом правом столбце, рассматривать как значения для максимальной рабочей частоты. На практике максимальная мощность будет определяться, в том числе и используемым кабелем. Представленные значения использовать как оценочные для температуры +25 градусов Цельсия.

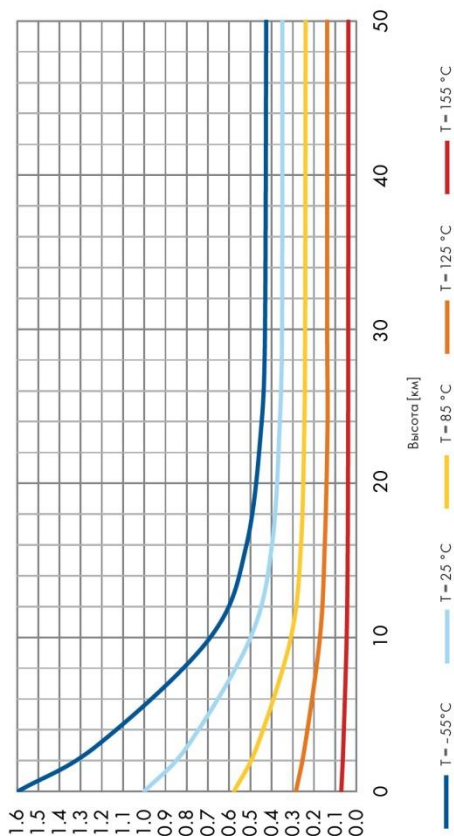
Обозначение защиты от пыли и влаги по IP коду

Степени защиты IP XY представляет собой систему классификации степеней защиты электрооборудования и корпусов от пыли и воды. Система классификации признана во многих странах и изложена в ряде стандартов, включая МЭК 60529.

Первая цифра: защита от проникновения твердых тел			Вторая цифра: защита от проникновения жидкости		
IP x ...	Обозначение	Описание	IP ...y	Обозначение	Описание
0		Нет защиты	0		Нет защиты
1		Защита от твердых тел, размер которых ≥ 50 мм (от случайного прикосновения руками)	1		Защита от вертикально падающих капель воды
2		Защита от твердых тел, размер которых $\geq 12,5$ мм (пальцы и подобные объекты)	2		Защита от прямых брызг воды, падающих под углом 15° от вертикали
3		Защита от твердых тел, размер которых $\geq 2,5$ мм (инструменты, кабели)	3		Защита от брызг воды, падающих под углом 60° от вертикали

4		Защита от твердых тел, размер которых ≥ 1 мм	4		Защита от брызг воды, падающих в любом направлении
5		Защита от пыли - пыль может проникать внутрь, однако это не нарушает работу устройства	5		Защита от низконапорных струй воды со всех направлений. Попавшая вода не нарушает работу устройства
6		Пыль не может попасть в устройство	6		Защита от сильных струй воды, в т. ч. от морских волн. Попавшая внутрь вода не нарушит работу устройства
			7		Защита от погружения от 15 см до 1 м в течении 30 мин
Пример IP67: Нет попадания пыли. Защита от погружения от 15 см до 1 м			8		Защита от длительного погружения под давлением

Коэффициент мощности в зависимости от высоты и температуры



Указанные понижающие коэффициенты следует использовать только для приблизительной оценки максимальной мощности для данного сочетания высоты и температуры

Некоторые формулы СВЧ техники

$$\Gamma = \frac{U_{\text{пад.}}}{U_{\text{отр.}}}$$

$$\text{КСВН} = \frac{U_{\text{пад.}} + U_{\text{отр.}}}{U_{\text{пад.}} - U_{\text{отр.}}}$$

$$\text{RL} = 20 \log \frac{U_{\text{падающая}}}{U_{\text{отраженная}}}$$

$$\Gamma = \frac{1}{a \log \left(\frac{R}{20} \right)}$$

$$\Gamma = \frac{\text{КСВН} - 1}{\text{КСВН} + 1}$$

$$\text{RL} = 20 \log \frac{1}{\Gamma}$$

$$\text{RL} = 20 \log \left(\frac{\text{КСВН} + 1}{\text{КСВН} - 1} \right)$$

$$\text{КСВН} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

$$\text{КСВН} = \frac{a \log \left(\frac{R}{20} \right) + 1}{a \log \left(\frac{R}{20} \right) - 1}$$

$$\text{Затухание} = a = 10 \log \left(\frac{\text{Мощность}_{\text{ВЫХ.}}}{\text{Мощность}_{\text{ВХ.}}} \right) \cdot \text{дБ}$$

КСВН	RL, дБ	Г	Потери рассогласования дБ	Эффективность %
1,011	45	0,006	0,000	100,00
1,020	40	0,010	0,000	99,99
1,036	35	0,018	0,001	99,97
1,065	30	0,032	0,004	99,90
1,074	29	0,035	0,005	99,87
1,080	28	0,400	0,007	99,84
1,090	27	0,045	0,009	99,80
1,11	26	0,050	0,011	99,75
1,12	25	0,056	0,014	99,68
1,13	24	0,063	0,017	99,60
1,15	23	0,071	0,022	99,50
1,17	22	0,079	0,027	99,37
1,20	21	0,089	0,035	99,21
1,22	20	0,100	0,044	99,00
1,25	19	0,112	0,055	98,74
1,29	18	0,126	0,069	98,42
1,33	17	0,141	0,088	98,00
1,38	16	0,158	0,110	97,49
1,43	15	0,178	0,140	96,84
1,50	14	0,200	0,176	96,02
1,58	13	0,224	0,223	94,99
1,67	12	0,251	0,283	93,69
1,78	11	0,282	0,359	92,06
1,92	10	0,316	0,458	90,00
2,10	9	0,355	0,584	87,41
2,32	8	0,398	0,749	84,15
2,61	7	0,447	0,967	80,05
3,01	6	0,501	1,256	74,88
3,57	5	0,562	1,651	68,38
4,42	4	0,631	2,205	60,19
5,85	3	0,708	3,021	49,88

ЗАО «НКТ» / ООО «НКТ-Производство»
. 127006. Москва. Долгоруковская. 40. стр.5

www.nkt-rf.ru

+7-495-787-05-50