

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Измерители RLC E4982A, E4991B

#### Назначение средства измерений

Измерители RLC E4982A, E4991B (далее - измерители) предназначены для измерений полного электрического сопротивления.

#### Описание средства измерений

Конструктивно измеритель представляет собой моноблок, на лицевой панели которого расположены дисплей, функциональные клавиши и измерительные разъёмы. Функциональные клавиши служат для выбора пределов измерения и специальных функций при измерениях.

Функциональные возможности измерителей определяются составом опций и аксессуаров, входящих в комплект измерителей. Состав опций приведен в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение	Назначение опции
E4982A-030	RLC метр с диапазоном частот от 1 МГц до 300 МГц
E4982A-050	RLC метр с диапазоном частот от 1 МГц до 500 МГц
E4982A-100	RLC метр с диапазоном частот от 1 МГц до 1 ГГц
E4982A-300	RLC метр с диапазоном частот от 1 МГц до 3 ГГц
E4982AU-101	Модернизация частотного диапазона с 500 МГц до 1 ГГц
E4982AU-100	Модернизация частотного диапазона с 300 МГц до 1 ГГц
E4982AU-302	Модернизация частотного диапазона с 1 ГГц до 3 ГГц
E4982AU-301	Модернизация частотного диапазона с 500 МГц до 3 ГГц
E4982AU-300	Модернизация частотного диапазона с 300 МГц до 3 ГГц
E4982AU-050	Модернизация частотного диапазона с 300 МГц до 500 МГц
E4982A-1CM	Набор для монтажа в стойку
E4982A-1CN	Ручки на передней панели
E4982A-1CP	Набор для монтажа в стойку и ручки на передней панели

Измерители оборудованы стандартными интерфейсами GPIB, LAN и USB.

Принцип измерения измерителей основан на формировании тестового сигнала и его анализе после прохождения через объект измерения, с последующим вычислением импеданса и его составляющих на основании вносимых изменений в тестовый сигнал объектом измерения.

Внешний вид измерителей приведен на рисунке 1.

При оформлении внешнего вида измерителей могут использоваться логотипы компаний «Agilent Technologies» или «Keysight Technologies».

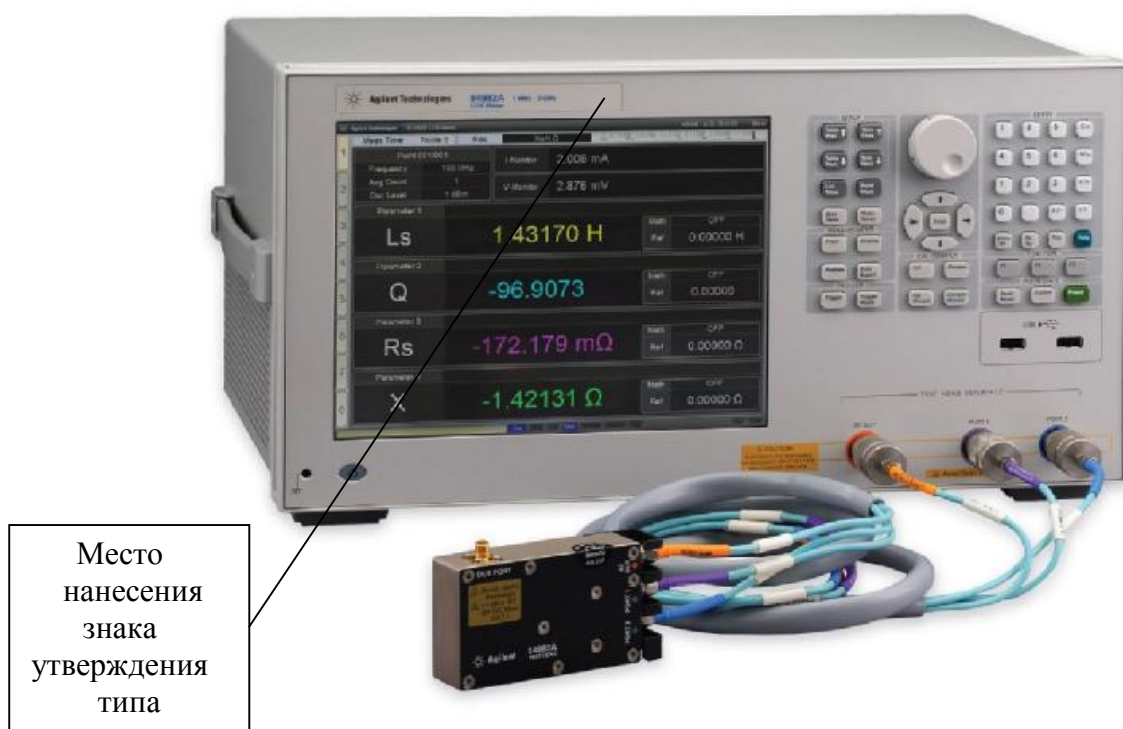


Рисунок 1 - Внешний вид измерителей и место нанесения знака утверждения типа

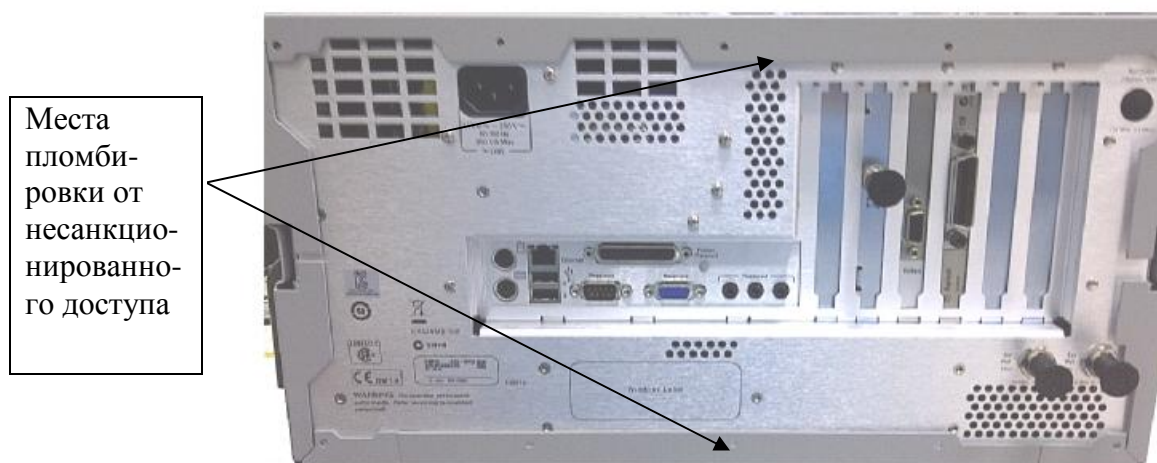


Рисунок 2 – Внешний вид задней панели измерителей

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) предназначено для управления работой измерителей. Метрологически значимая часть ПО и измеренные данные не требуют специальных средств защиты от преднамеренных и непреднамеренных изменений.

Идентификационные данные (признаки) ПО приведены в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	E4982A	E4991B
Идентификационное наименование ПО	RF Impedance Analyzer Firmware	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже B.02.04	не ниже A.01.03
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	--	
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	--	

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по P50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики измерителей приведены в таблицах 3-5. Условия эксплуатации измерителей приведены в таблице 6.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
<b>Характеристики источника сигнала</b>	
Диапазон установки частоты измерительного сигнала, МГц: опция 030 (только E4982A) опция 050 опция 100 опция 300	от 1 до 300 от 1 до 500 от 1 до 1000 от 1 до 3000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты измерительного сигнала: - без опции 1E5 - с опцией 1E5	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$ $\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Разрешающая способность установки частоты, МГц	1
<b>Диапазон установки уровня выходного сигнала (при длине кабеля 1 м)</b>	
Диапазон установки выходного уровня мощности измерительного сигнала P1 (при длине кабеля 1 м), (в режиме 50 $\Omega$ нагрузки на тестовом порту), дБм (дБ относительно мВт)	от минус 40 до 1
Диапазон установки выходного уровня мощности измерительного сигнала P1 (в режиме 50 $\Omega$ нагрузки на тестовом порту) (при длине кабеля 2 м с установленной опцией 002) только E4982A, дБм	$P2 = P1 - 0,42 \sqrt{f} [ГГц]$
Диапазон установки среднеквадратического значения (СКЗ) силы тока (в режиме короткого замыкания на тестовом порту), мА	от 0,0894 до 10
Диапазон установки СКЗ выходного напряжения (в режиме холостого хода на тестовом порту), мВ	от 4,47 до 502
Разрешающая способность установки уровня выходного сигнала, дБ	0,1 (в случае установки напряжения или тока величина округляется до 0,1 дБ)

Наименование характеристики	Значение характеристики
<p>Пределы допускаемой погрешности установки выходного уровня мощности (в режиме 50 Ω нагрузки на тестовом порту), дБ</p> <p>- частота не более 1 ГГц <math>\pm 2</math></p> <p>- частота более 1 ГГц <math>\pm 3</math></p> <p>С опцией 010 (только E4991B):</p> <p>- частота не более 1 ГГц от минус 3 до 2</p> <p>- частота более 1 ГГц от минус 6 до 5</p>	
<b>Установка смещения (опция 001) только E4991B</b>	
Диапазон установки напряжения постоянного тока смещения, В	$\pm 40$
Разрешающая способность установки напряжения смещения, мВ	1
Пределы допускаемой погрешность установки смещения напряжения постоянного тока (при температуре окружающей среды от 18 °С до 28 °С):	$\pm [0,05\% + 5 \text{ мВ} + 20 \Omega \times  I_{dc} [\text{мА}]] [\text{мВ}]$ где $I_{dc}$ – ток смещения, считываемое значение
Диапазон установки силы постоянного тока смещения, мА	от 1 до 100
Разрешающая способность установки силы тока смещения, мкА	2
Пределы допускаемой погрешности установки силы постоянного тока смещения (при температуре окружающей среды от 18 °С до 28 °С )	$\pm [0,2\% + 20 \text{ мкА} +  U_{dc} [\text{В}]) / 10 \text{ к}\Omega] [\text{мА}]$ где $U_{dc}$ – напряжение смещения, считываемое значение
<b>Измеряемые величины</b>	
<p>Z: модуль полного сопротивления (импеданса)</p> <p>Y: модуль полной проводимости (адмитанса)</p> <p>R: активное сопротивление</p> <p>G: активная проводимость</p> <p>C: ёмкость</p> <p>Ср: электрическая емкость при параллельной схеме замещения</p> <p>Cs: электрическая емкость при последовательной схеме замещения</p> <p>L: индуктивность</p> <p>Lр: индуктивность при параллельной схеме замещения</p> <p>Ls: индуктивность при последовательной схеме замещения</p> <p>θ: фазовый угол</p> <p>X: реактивное сопротивление</p> <p>B: реактивная проводимость</p> <p>D: тангенс угла потерь</p> <p>Q: добротность</p> <p>G: активная проводимость</p> <p>Rр: активное сопротивление при параллельной схеме замещения</p>	

Наименование характеристики	Значение характеристики
Rs: активное сопротивление при последовательной схеме замещения	
Rdc: сопротивление постоянного тока	

Таблица 4 - E4982A

Погрешности измеряемых величин при измерении с тестовым адаптером 7 мм	
Погрешности измеряемых величин при измерении при использовании для калибровки мер ХХ, КЗ и согласованной нагрузки и температуре окружающей среды (23±5) °С	
Измеряемая величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
Z ,  Y	$\pm (Ea + Eb) [\%]$
$\theta$	$\pm (Ea + Eb)/100$ [рад]
L, C, X, B:	$\pm (Ea + Eb) \times \sqrt{1 + Dx^2} [\%]$
R, G	$\pm (Ea + Eb) \times \sqrt{1 + Qx^2} [\%]$
D: при $ Dx \times \text{tg}((Ea + Eb)/100)  < 1$ при $Dx \leq 0,1$	$\pm \frac{(1 + Dx^2) \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}{1 \pm Dx \times \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}$ $\pm (Ea + Eb)/100$
Q: при $ Qx \times \text{tg}((Ea + Eb)/100)  < 1$ при $10/(Ea + Eb) \geq Qx \geq 10$	$\pm \frac{(1 + Qx^2) \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}{1 \pm Qx \times \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}$ $\pm Qx^2(Ea + Eb)/100$
При использовании для калибровки мер ХХ, КЗ, согласованной нагрузки и меры ёмкости с низкими потерями	
Z ,  Y	$\pm (Ea + Eb) [\%]$
$\theta$	$\pm Ec/100$ [рад]
L, C, X, B:	$\pm (Ea + Eb) \times \sqrt{1 + Dx^2} [\%]$
R, G	$\pm (Ea + Eb) \times \sqrt{1 + Qx^2} [\%]$
D: при $ Dx \times \text{tg}((Ea + Eb)/100)  < 1$ при $Dx \leq 0,1$	$\pm \frac{(1 + Dx^2) \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}{1 \pm Dx \times \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}$ $\pm (Ea + Eb)/100$
Q: при $ Qx \times \text{tg}((Ea + Eb)/100)  < 1$ при $10/(Ea + Eb) \geq Qx \geq 10$	$\pm \frac{(1 + Qx^2) \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}{1 \pm Qx \times \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}$ $\pm Qx^2(Ea + Eb)/100$
Eb	$\pm (Zs /  Zx  + Yo \times  Zx ) \times 100 [\%]$ , где  Zx  - абсолютная величина импеданса
Ec	$\pm (0,06 + 0,08 \times f [\text{МГц}] \backslash 1000) [\%]$
Rdc	$\pm (1 + (0,05/Rdut + Rdut/10000) \times 100) [\%]$ , где Rdut-измеренная величина сопротивления постоянного тока

Измеряемая величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
«Режим 1»	
Ea (при выходном уровне генератора 1 дБм), % от 1 до 100 МГц от 100 до 500 МГц от 500 МГц до 1 ГГц от 1 до 1,8 ГГц от 1,8 до 3 ГГц	± 0,54 ± 0,62 ± 0,92 ± 2,05 ± 4,42
Ea (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), % от 1 до 100 МГц от 100 до 500 МГц от 500 МГц до 1 ГГц от 1 до 1,8 ГГц от 1,8 до 3 ГГц	± 0,66 ± 0,74 ± 1,11 ± 2,36 ± 4,81
Ea (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), % от 1 до 100 МГц от 100 до 500 МГц от 500 МГц до 1 ГГц от 1 до 1,8 ГГц от 1,8 до 3 ГГц	± 1,13 ± 1,22 ± 1,84 ± 3,54 ± 6,35
Ea (при выходном уровне генератора меньше минус 33 дБм), % от 1 до 100 МГц от 100 до 500 МГц от 500 МГц до 1 ГГц от 1 до 1,8 ГГц от 1,8 до 3 ГГц	± 2,08 ± 2,26 ± 2,27 ± 4,34 ± 7,60
«Режим 2»	
Ea (при выходном уровне генератора 1 дБм), % от 1 до 100 МГц от 100 до 500 МГц от 500 МГц до 1 ГГц от 1 до 1,8 ГГц от 1,8 до 3 ГГц	± 0,52 ± 0,59 ± 0,89 ± 1,99 ± 4,34
Ea (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), % от 1 до 100 МГц от 100 до 500 МГц от 500 МГц до 1 ГГц от 1 до 1,8 ГГц от 1,8 до 3 ГГц	± 0,58 ± 0,66 ± 0,98 ± 2,14 ± 4,54

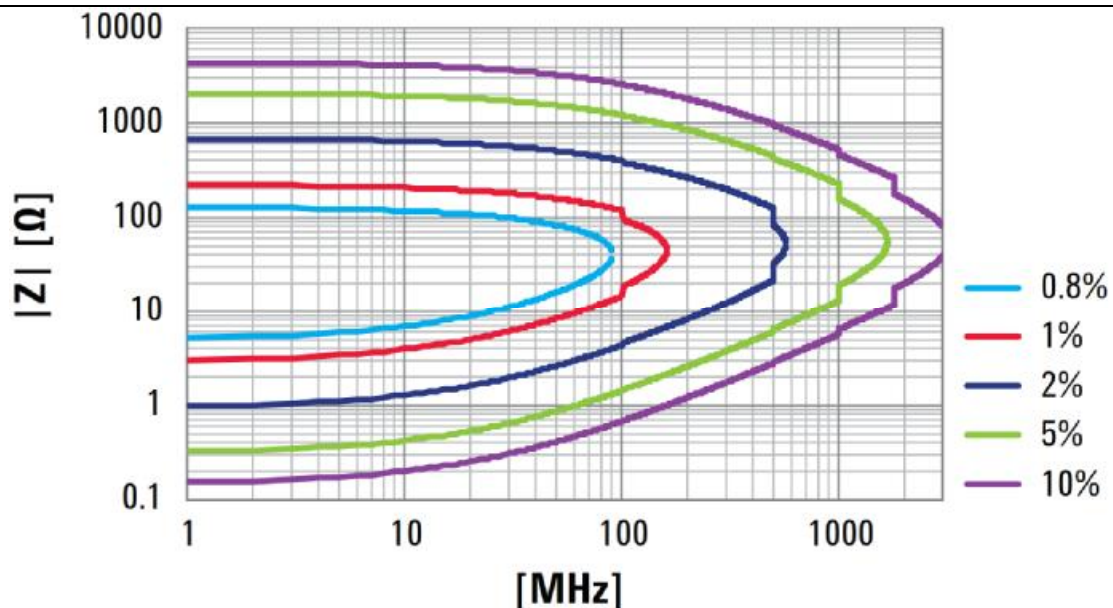
Измеряемая величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
<p>Еа (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), % от 1 до 100 МГц ± 0,81 от 100 до 500 МГц ± 0,90 от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,35 от 1 до 1,8 ГГц ± 2,74 от 1,8 до 3 ГГц ± 5,31</p>	
<p>Еа (при выходном уровне генератора меньше минус 33 дБм), % от 1 до 100 МГц ± 1,30 от 100 до 500 МГц ± 1,44 от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,44 от 1 до 1,8 ГГц ± 2,92 от 1,8 до 3 ГГц ± 5,59</p>	
«Режим 3»	
<p>Еа (при выходном уровне генератора 1 дБм), % от 1 до 100 МГц ± 0,51 от 100 до 500 МГц ± 0,59 от 500 МГц до 1 ГГц ± 0,87 от 1 до 1,8 ГГц ± 1,97 от 1,8 до 3 ГГц ± 4,32</p>	
<p>Еа (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), % от 1 до 100 МГц ± 0,55 от 100 до 500 МГц ± 0,63 от 500 МГц до 1 ГГц ± 0,94 от 1 до 1,8 ГГц ± 2,08 от 1,8 до 3 ГГц ± 4,46</p>	
<p>Еа (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), % от 1 до 100 МГц ± 0,65 от 100 до 500 МГц ± 0,80 от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,20 от 1 до 1,8 ГГц ± 2,50 от 1,8 до 3 ГГц ± 5,00</p>	
<p>Еа (при выходном уровне генератора меньше минус 33 дБм), % от 1 до 100 МГц ± 1,00 от 100 до 500 МГц ± 1,20 от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,20 от 1 до 1,8 ГГц ± 2,50 от 1,8 до 3 ГГц ± 5,00</p>	
«Режим 1»	
<p>Zs (при выходном уровне генератора 1 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 ± (14 + 0,5 × f[МГц]) Количество точек усреднения – менее 8 ± (19 + 0,5 × f[МГц])</p>	

Измеряемая величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
Zs (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (20 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (37 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
Zs (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (36 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (110 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
Zs (при выходном уровне генератора менее минус 33 дБм), мОм	$\pm (248 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
«Режим 2»	
Zs (при выходном уровне генератора 1 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (13 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (15 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
Zs (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (16 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (26 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
Zs (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (24 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (64 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
Zs (при выходном уровне генератора менее минус 33 дБм), мОм	$\pm (133 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
«Режим 3»	
Zs (при выходном уровне генератора 1 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (12 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (14 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
Zs (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (15 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (20 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
Zs (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), мОм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (20 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (50 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
Zs (при выходном уровне генератора менее минус 33 дБм), мОм	$\pm (100 + 0,5 \times f[\text{МГц}])$
«Режим 1»	
Y <sub>0</sub> (при выходном уровне генератора 1 дБм), мкСм Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – менее 8	$\pm (22 + 0,15 \times f[\text{МГц}])$ $\pm (10 + 0,15 \times f[\text{МГц}])$



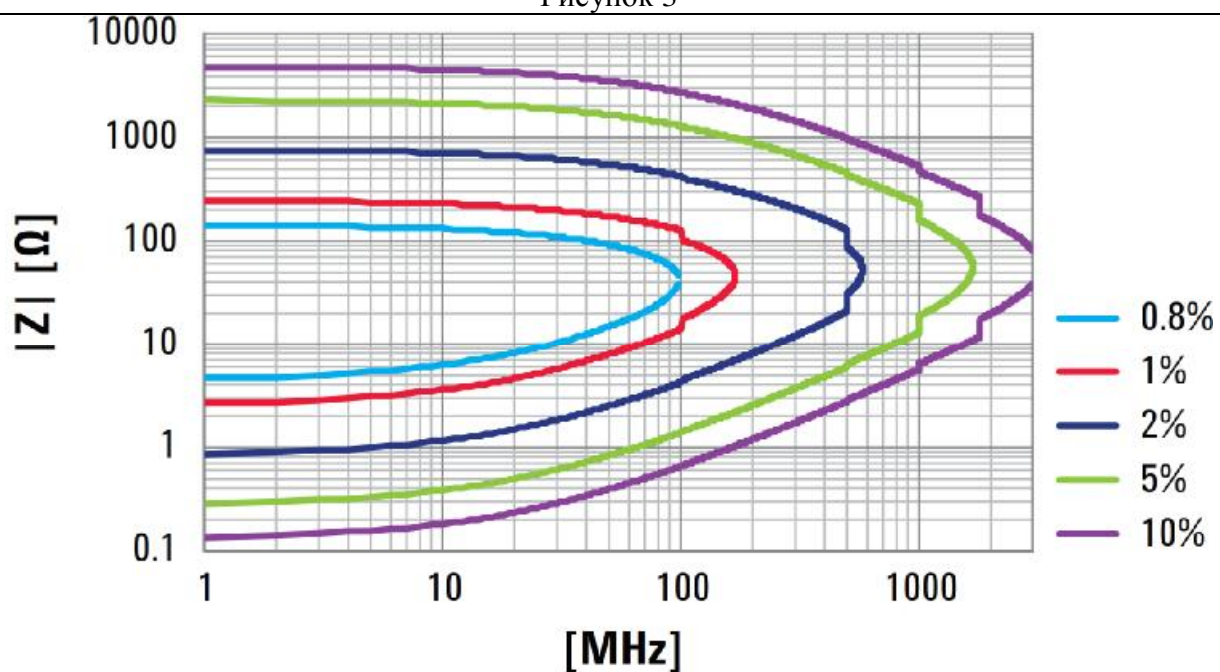
Измеряемая величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), мкСм                      Количество точек усреднения – не менее 8                      Количество точек усреднения – менее 8</p>	<p><math>\pm (24 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math>  <math>\pm (35 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), мкСм                      Количество точек усреднения – не менее 8                      Количество точек усреднения – менее 8</p>	<p><math>\pm (52 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math>  <math>\pm (110 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора менее минус 33 дБм), мкСм</p>	<p><math>\pm (247 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
«Режим 2»	
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора 1 дБм), мкСм                      Количество точек усреднения – не менее 8                      Количество точек усреднения – менее 8</p>	<p><math>\pm (20 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math>  <math>\pm (23 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), мкСм                      Количество точек усреднения – не менее 8                      Количество точек усреднения – менее 8</p>	<p><math>\pm (24 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math>  <math>\pm (35 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), мкСм                      Количество точек усреднения – не менее 8                      Количество точек усреднения – менее 8</p>	<p><math>\pm (35 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math>  <math>\pm (63 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора менее минус 33 дБм), мкСм</p>	<p><math>\pm (133 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
«Режим 3»	
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора 1 дБм), мкСм                      Количество точек усреднения – не менее 8                      Количество точек усреднения – менее 8</p>	<p><math>\pm (19 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math>  <math>\pm (22 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора от минус 20 до 1 дБм), мкСм                      Количество точек усреднения – не менее 8                      Количество точек усреднения – менее 8</p>	<p><math>\pm (22 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math>  <math>\pm (30 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 20 дБм), мкСм                      Количество точек усреднения – не менее 8                      Количество точек усреднения – менее 8</p>	<p><math>\pm (30 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math>  <math>\pm (50 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>
<p>У<sub>0</sub> (при выходном уровне генератора менее минус 33 дБм), мкСм</p>	<p><math>\pm (100 + 0,15 \times f[\text{МГц}])</math></p>

Графики пределов допускаемой относительной погрешности измерений полного сопротивления (импеданса) Е4982А (при различных режимах работы) представлены на рисунках 3 - 8.



Скорость измерений: Режим 3; выходной уровень генератора 1 дБм; количество точек усреднения – менее 8

Рисунок 3



Скорость измерений: Режим 3; выходной уровень генератора 1 дБм; количество точек усреднения – не менее 8

Рисунок 4

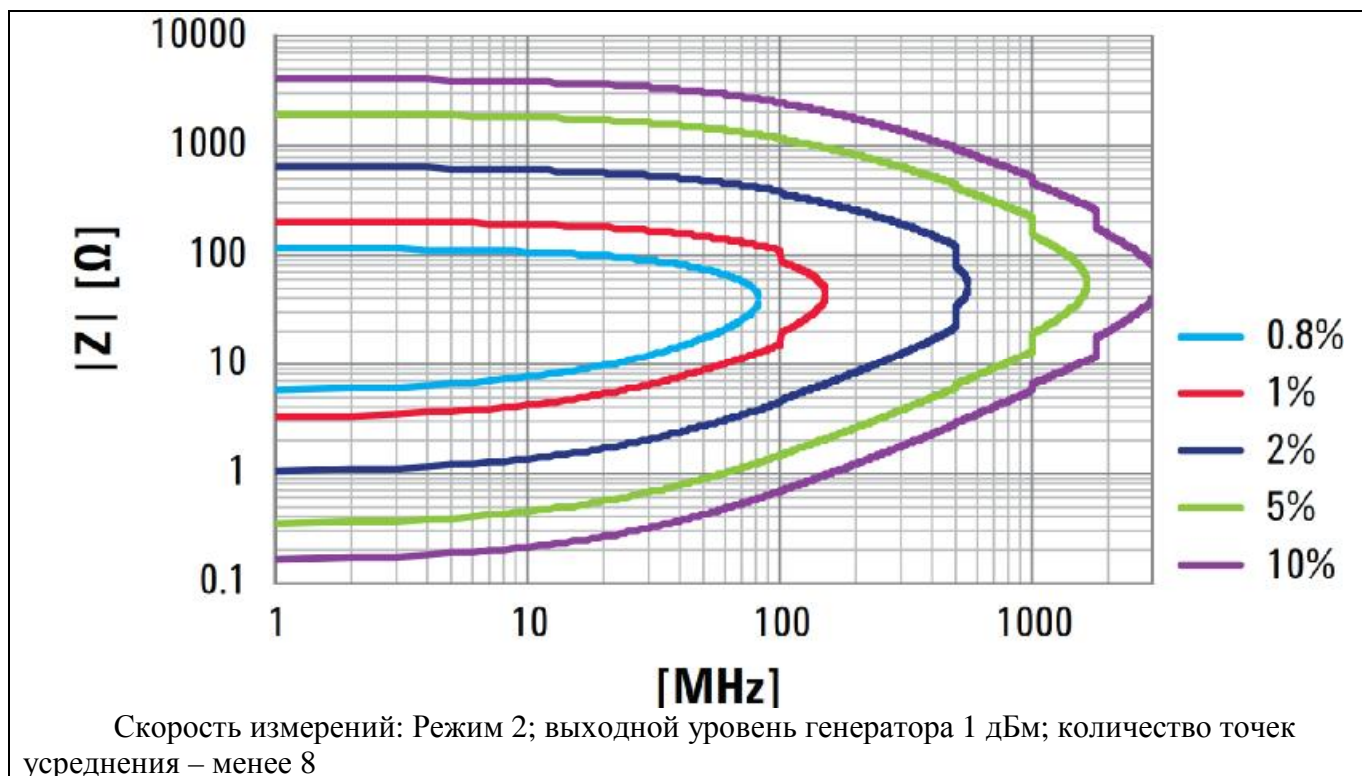


Рисунок 5

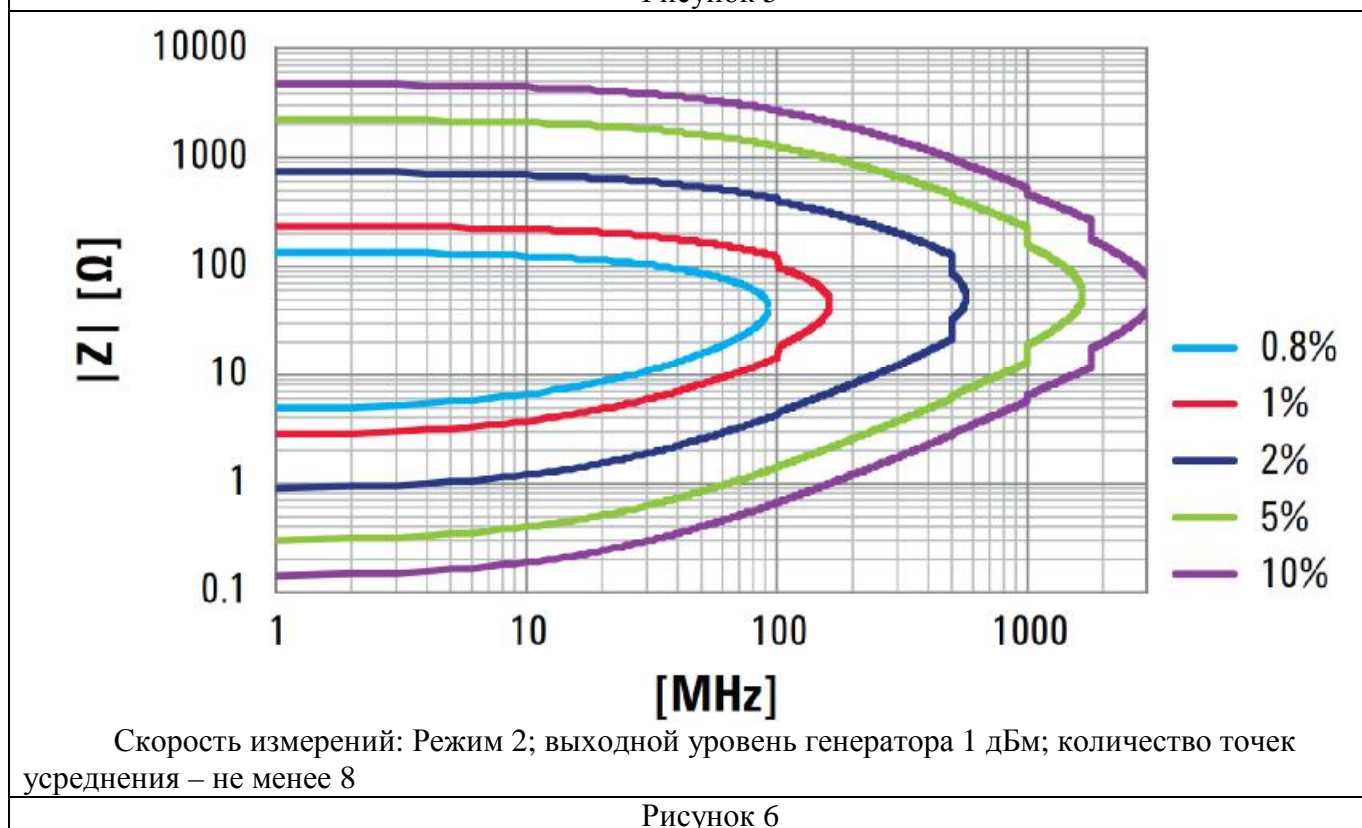
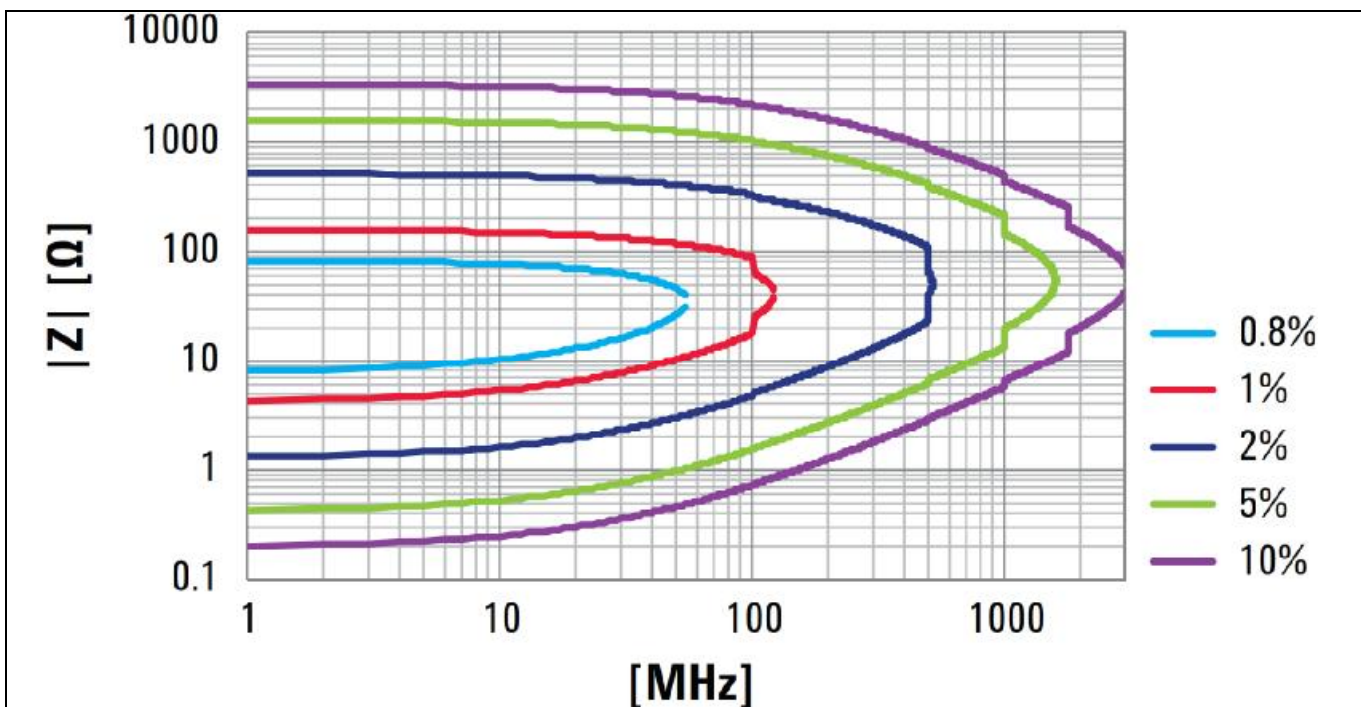
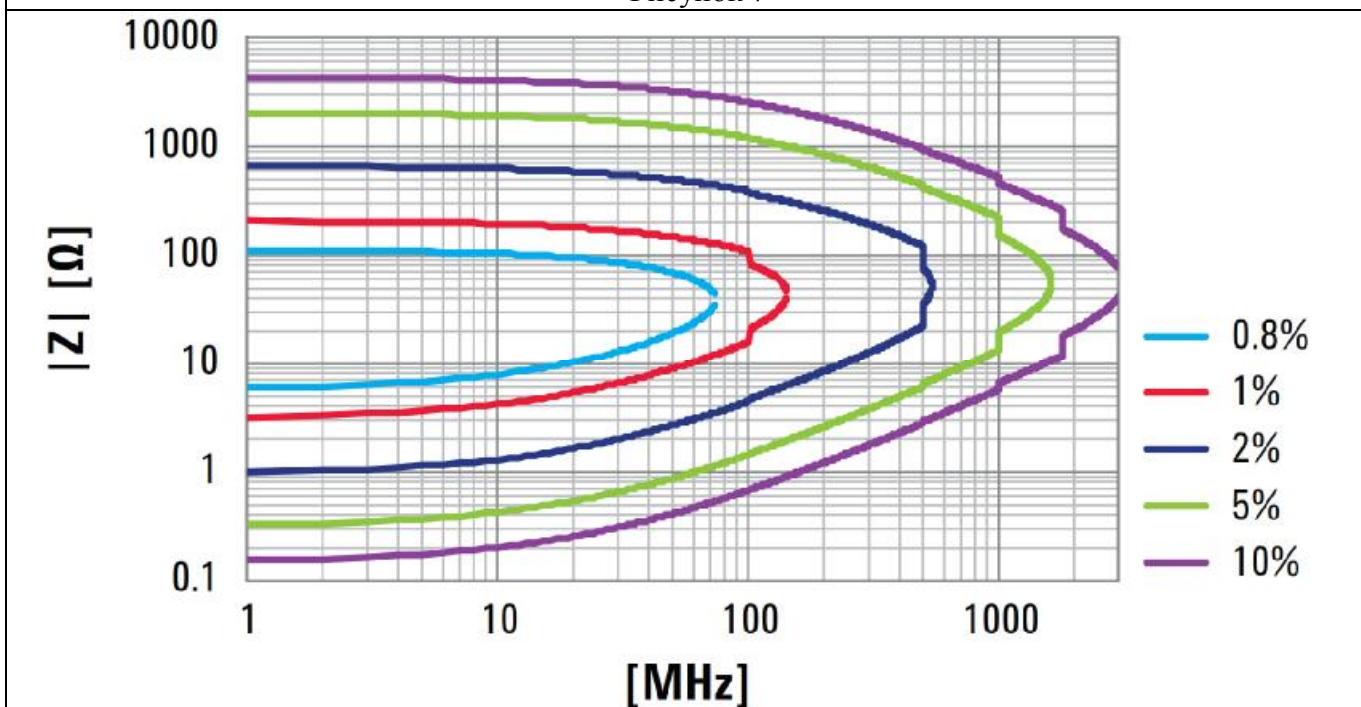


Рисунок 6



Скорость измерений: Режим 1; выходной уровень генератора 1 дБм; количество точек усреднения – менее 8

Рисунок 7



Скорость измерений: Режим 1; выходной уровень генератора 1 дБм; количество точек усреднения – менее 8

Рисунок 8

Таблица 5 – E4991B

Погрешности измеряемых величин при измерении с тестовым адаптером 7 мм	
При использовании для калибровки мер ХХ, КЗ и согласованной нагрузки (температура окружающей среды 23 °С ± 5 °С).	
Величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений (E)
$ Z ,  Y $	$\pm (Ea + Eb)$ [%]
$\theta$	$\pm (Ea + Eb)/100$ [рад]
L, C, X, B:	$\pm (Ea + Eb) \times \sqrt{1 + Dx^2}$ [%]
R, G	$\pm (Ea + Eb) \times \sqrt{1 + Qx^2}$ [%]
D: при $ Dx^1 \times \text{tg}((Ea + Eb)/100)  < 1$ где Dx- измеренная величина D (тангенс угла потерь) при $ Dx  \leq 0,1$	$\pm \frac{(1 + Dx^2) \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}{1 \mp Dx \times \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}$  $\pm (Ea + Eb)/100$
Q: при $ Qx^1 \times \text{tg}((Ea + Eb)/100)  < 1$ Qx- измеренная величина Q (добротность)  при $10/(Ea + Eb) \geq  Qx  \geq 10$	$\pm \frac{(1 + Qx^2) \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}{1 \mp Qx \times \text{tg}(\frac{Ea + Eb}{100})}$  $\pm Qx^2(Ea + Eb)/100$
При использовании для калибровки мер ХХ, КЗ, согласованной нагрузки и меры ёмкости с низкими потерями (температура окружающей среды 23 °С ± 5 °С). Количество точек усреднения - не менее 32 Выходной уровень генератора от минус 23 до 1 дБм	
$ Z ,  Y $	$\pm (Ea + Eb)$ [%]
$\theta$	$\pm (Ea + Eb)/100$ [рад]
L, C, X, B:	$\pm \sqrt{(Ea + Eb)^2 + (EcDx)^2}$ [%]
R, G	$\pm \sqrt{(Ea + Eb)^2 + (EcQx)^2}$ [%]
D: при $ Dx \times \text{tg}(Ec/100)  < 1$ где Dx- измеренная величина D (тангенс угла потерь) при $ Dx  \leq 0,1$	$\pm \frac{(1 + Dx^2) \text{tg}(\frac{Ec}{100})}{1 \mp Dx \times \text{tg}(\frac{Ec}{100})}$  $\pm Ec/100$
Q: при $ Qx^1 \times \text{tg}(Ec/100)  < 1$ Qx- измеренная величина Q (добротность) при $10/Ec \geq  Qx  \geq 10$	$\pm \frac{(1 + Qx^2) \text{tg}(\frac{Ec}{100})}{1 \mp Qx \times \text{tg}(\frac{Ec}{100})}$  $\pm Qx^2(Ec/100)$
$Eb = \pm (Zs /  Zx  + Yo \times  Zx )$ [%] где $ Zx $ - измеренная абсолютная величина импеданса	

Величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений (E)
<p>E<sub>a</sub> (при выходном уровне генератора от минус 23 до 1 дБм), %</p> <p>от 1 до 100 МГц ± 0,6</p> <p>от 100 до 500 МГц ± 0,7</p> <p>от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,0</p> <p>от 1 до 1,8 ГГц ± 2,0</p> <p>от 1,8 до 3 ГГц ± 4,0</p>	
<p>E<sub>a</sub> (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 23 дБм), %</p> <p>от 1 до 100 МГц ± 0,65</p> <p>от 100 до 500 МГц ± 0,75</p> <p>от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,05</p> <p>от 1 до 1,8 ГГц ± 2,05</p> <p>от 1,8 до 3 ГГц ± 4,05</p>	
<p>E<sub>a</sub> (при выходном уровне генератора от минус 40 до минус 33 дБм), %</p> <p>от 1 до 100 МГц ± 0,8</p> <p>от 100 до 500 МГц ± 0,9</p> <p>от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,2</p> <p>от 1 до 1,8 ГГц ± 2,2</p> <p>от 1,8 до 3 ГГц ± 4,2</p>	
<p>E<sub>c</sub> (при частоте от 1 до 10 МГц), %</p> <p>при <math> Z_x  &lt; 1 \text{ Ом}</math></p> <p>при <math>1 \text{ Ом} \leq  Z_x  \leq 1,8 \text{ кОм}</math></p> <p>при <math> Z_x  &gt; 1,8 \text{ кОм}</math></p>	<p><math>(0,03 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000 + 0,03/ Z_x )</math> [%]</p> <p><math>(0,06 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000)</math> [%]</p> <p><math>(0,03 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000 +  Z_x /6 \times 10^4)</math> [%]</p>
<p>E<sub>c</sub> (при частоте от 10 до 100 МГц), %</p> <p>при <math> Z_x  &lt; 3 \text{ Ом}</math></p> <p>при <math>3 \text{ Ом} \leq  Z_x  \leq 600 \text{ Ом}</math></p> <p>при <math> Z_x  &gt; 600 \text{ Ом}</math></p>	<p><math>(0,05 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000 + 0,03/ Z_x )</math> [%]</p> <p><math>(0,06 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000)</math> [%]</p> <p><math>(0,05 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000 +  Z_x /6 \times 10^4)</math> [%]</p>
<p>E<sub>c</sub> (при частоте от 100 МГц до 3 ГГц), %</p> <p>при <math> Z_x  &lt; 1 \text{ Ом}</math></p> <p>при <math>1 \text{ Ом} \leq  Z_x  \leq 1,8 \text{ кОм}</math></p> <p>при <math> Z_x  &gt; 1,8 \text{ кОм}</math></p>	<p><math>(0,03 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000 + 0,03/ Z_x )</math> [%]</p> <p><math>(0,06 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000)</math> [%]</p> <p><math>(0,03 + 0,08 \times F[\text{МГц}]/1000 +  Z_x /6 \times 10^4)</math> [%]</p>
<p>Z<sub>s</sub><sup>1</sup> (при выходном уровне генератора минус 3 или минус 13 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (11 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p> <p>± (12 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p>
<p>Z<sub>s</sub><sup>1</sup> (при выходном уровне генератора минус 23 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (12 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p> <p>± (16 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p>

Величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений (E)
$Z_s^1$ (при выходном уровне генератора от минус 23 до 1 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (17 + 0,5 \times F[\text{МГц}])$ [мОм] $\pm (21 + 0,5 \times F[\text{МГц}])$ [мОм]
$Z_s^1$ (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 23 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (25 + 0,5 \times F[\text{МГц}])$ [мОм] $\pm (50 + 0,5 \times F[\text{МГц}])$ [мОм]
$Z_s^1$ (при выходном уровне генератора от минус 40 до минус 33 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (50 + 0,5 \times F[\text{МГц}])$ [мОм] $\pm (100 + 0,5 \times F[\text{МГц}])$ [мОм]
$Y_o$ (при выходном уровне генератора от минус 17 до 1 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (1,7 + 0,1 \times F[\text{МГц}])$ [мкСм] $\pm (4,0 + 0,1 \times F[\text{МГц}])$ [мкСм]
$Y_o$ (при выходном уровне генератора от минус 23 до минус 17 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (4,0 + 0,1 \times F[\text{МГц}])$ [мкСм] $\pm (8,0 + 0,1 \times F[\text{МГц}])$ [мкСм]
$Y_o$ (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 23 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (10 + 0,1 \times F[\text{МГц}])$ [мкСм] $\pm (30 + 0,1 \times F[\text{МГц}])$ [мкСм]
$Y_o$ (при выходном уровне генератора от минус 40 до минус 33 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (20 + 0,1 \times F[\text{МГц}])$ [мкСм] $\pm (60 + 0,1 \times F[\text{МГц}])$ [мкСм]
<sup>1</sup> - величина нормируется при не менее 8 точках усреднения, выполнении 2-х типов калибровок и не менее 8-ми измерений	

График погрешности измерения  $|Z|, |Y|$  после калибровки ХХ, КЗ и согласованная нагрузка. При выходном уровне генератора минус 13 дБм и минус 3 дБм. Количество точек усреднения не менее 8. Температура окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

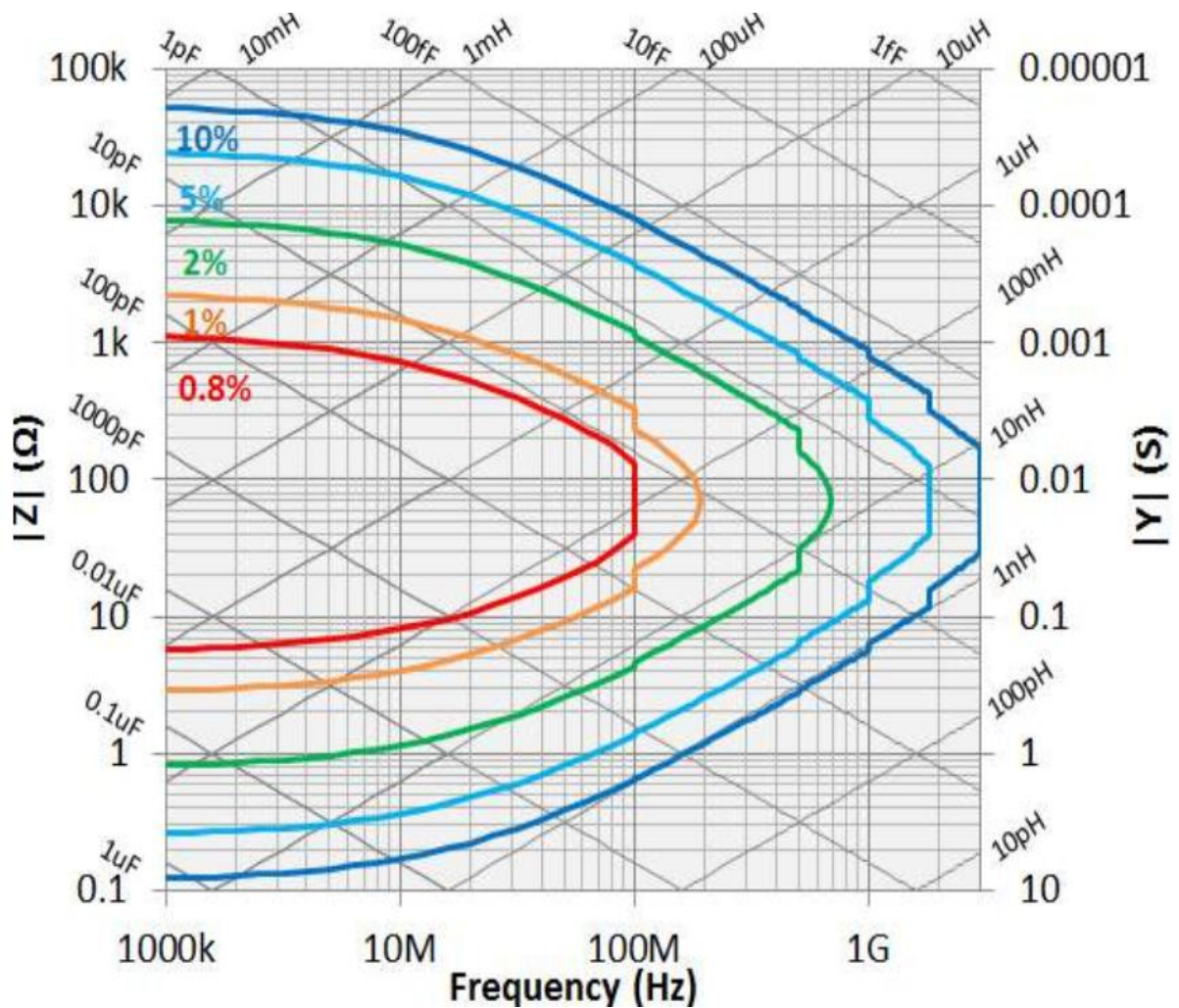




График погрешности измерения  $|Z|, |Y|$  после калибровки ХХ, КЗ и согласованная нагрузка. При выходном уровне генератора минус 13 дБм и минус 3 дБм. Количество точек усреднения не более 7. Температура окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

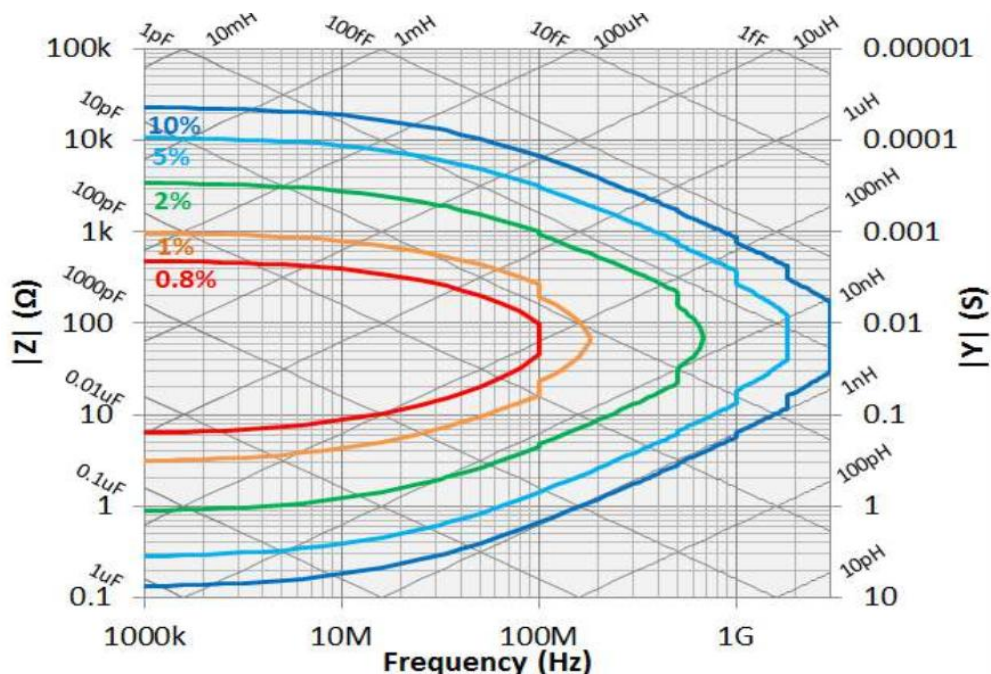


График погрешности измерения  $|Z|, |Y|$  после калибровки ХХ, КЗ и согласованная нагрузка. При выходном уровне генератора минус 33 дБм. Количество точек усреднения не менее 8. Температура окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

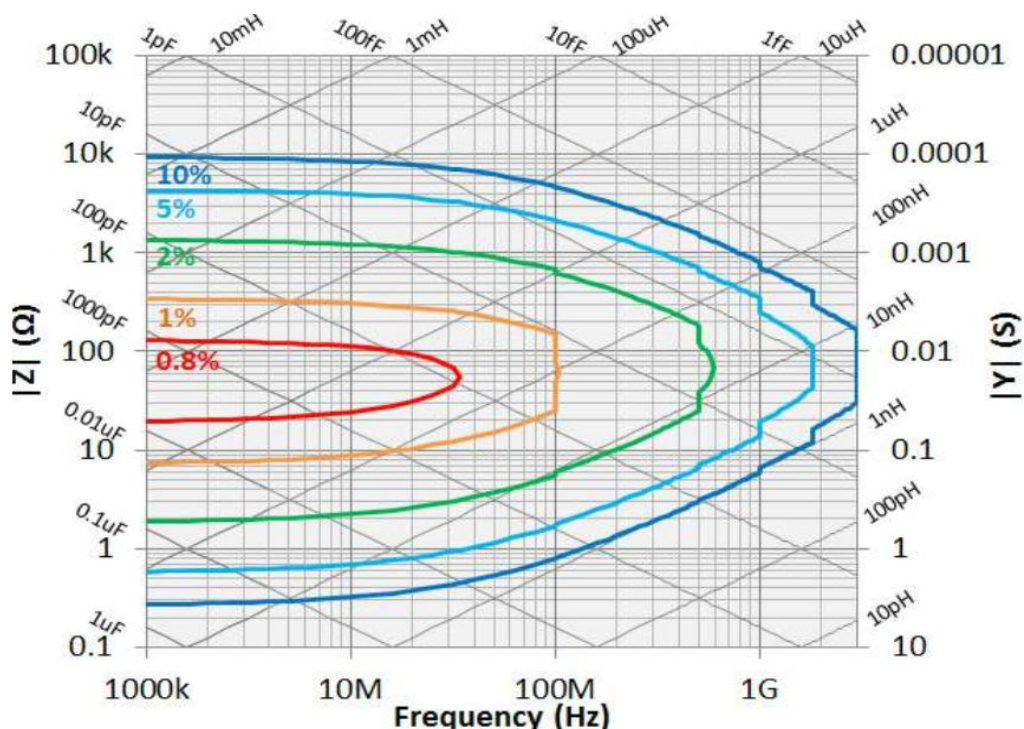
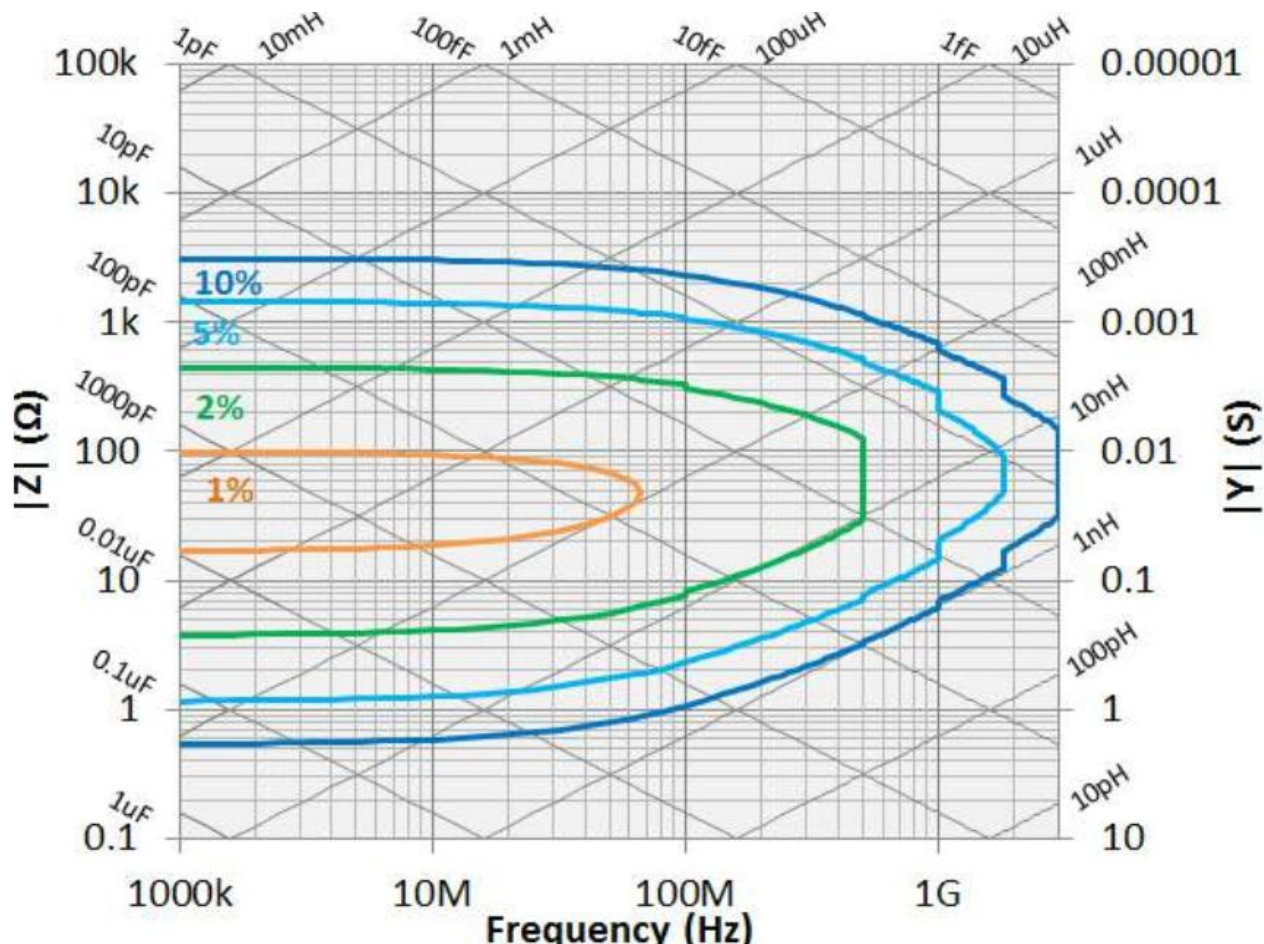


График погрешности измерения  $|Z|, |Y|$  после калибровки ХХ, КЗ и согласованная нагрузка. При выходном уровне генератора минус 33 дБм. Количество точек усреднения не более 7. Температура окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Погрешности измеряемых величин при измерении с опцией 007  
 Температура окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Относительная погрешность установки выходного уровня мощности, дБ - частота не более 1 ГГц - частота более 1 ГГц	от минус 4 до 2 от минус 5 до 3
$ Z ,  Y $	$\pm (Ea + Eb) [\%]$
$\theta$	$\pm (Ea + Eb)/100 [\text{рад}]$
Ea (при выходном уровне генератора от минус 23 до 1 дБм), % от 1 до 100 МГц от 100 до 500 МГц от 500 МГц до 1 ГГц от 1 до 1,8 ГГц от 1,8 до 3 ГГц	$\pm 0,7$ $\pm 0,8$ $\pm 1,1$ $\pm 2,1$ $\pm 4,1$

Величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений (E)
<p>Еа (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 23 дБм), %</p> <p>от 1 до 100 МГц ± 0,75</p> <p>от 100 до 500 МГц ± 0,85</p> <p>от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,15</p> <p>от 1 до 1,8 ГГц ± 2,15</p> <p>от 1,8 до 3 ГГц ± 4,15</p>	
<p>Еа (при выходном уровне генератора от минус 40 до минус 33 дБм), %</p> <p>от 1 до 100 МГц ± 0,9</p> <p>от 100 до 500 МГц ± 1,0</p> <p>от 500 МГц до 1 ГГц ± 1,3</p> <p>от 1 до 1,8 ГГц ± 2,3</p> <p>от 1,8 до 3 ГГц ± 4,3</p>	
<p>Еb = ± (Zs /  Zx  + Yo ×  Zx ) [%]</p> <p>где  Zx  - измеренная абсолютная величина импеданса</p>	
<p>Zs(при выходном уровне генератора минус 3 или минус 13 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (23 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p> <p>± (24 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p>
<p>Zs(при выходном уровне генератора минус 23 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (24 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p> <p>± (28 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p>
<p>Zs(при выходном уровне генератора от минус 23 до 1 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (29 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p> <p>± (36 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p>
<p>Zs(при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 23 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (35 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p> <p>± (70 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p>
<p>Zs(при выходном уровне генератора от минус 40 до минус 33 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (50 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p> <p>± (150 + 0,5 × F[МГц]) [мОм]</p>
<p>Yo (при выходном уровне генератора от минус 17 до 1 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (8 + 0,1 × F[МГц]) [мкСм]</p> <p>± (10 + 0,1 × F[МГц]) [мкСм]</p>
<p>Yo (при выходном уровне генератора от минус 23 до минус 17 дБм)</p> <p>Количество точек усреднения – не менее 8</p> <p>Количество точек усреднения – не более 7</p>	<p>± (10 + 0,1 × F[МГц]) [мкСм]</p> <p>± (14 + 0,1 × F[МГц]) [мкСм]</p>

Величина	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений (E)
У <sub>0</sub> (при выходном уровне генератора от минус 33 до минус 23 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (15 + 0,1 \times F[\text{МГц}]) [\text{мкСм}]$ $\pm (40 + 0,1 \times F[\text{МГц}]) [\text{мкСм}]$
У <sub>0</sub> (при выходном уровне генератора от минус 40 до минус 33 дБм) Количество точек усреднения – не менее 8 Количество точек усреднения – не более 7	$\pm (35 + 0,1 \times F[\text{МГц}]) [\text{мкСм}]$ $\pm (80 + 0,1 \times F[\text{МГц}]) [\text{мкСм}]$
График погрешности измерения  Z ,  Y  после калибровки ХХ, КЗ и согласованная нагрузка. При выходном уровне генератора минус 13 дБм и минус 3 дБм. Количество точек усреднения не менее 8. Температура окружающей среды 23 °С ± 5 °С	

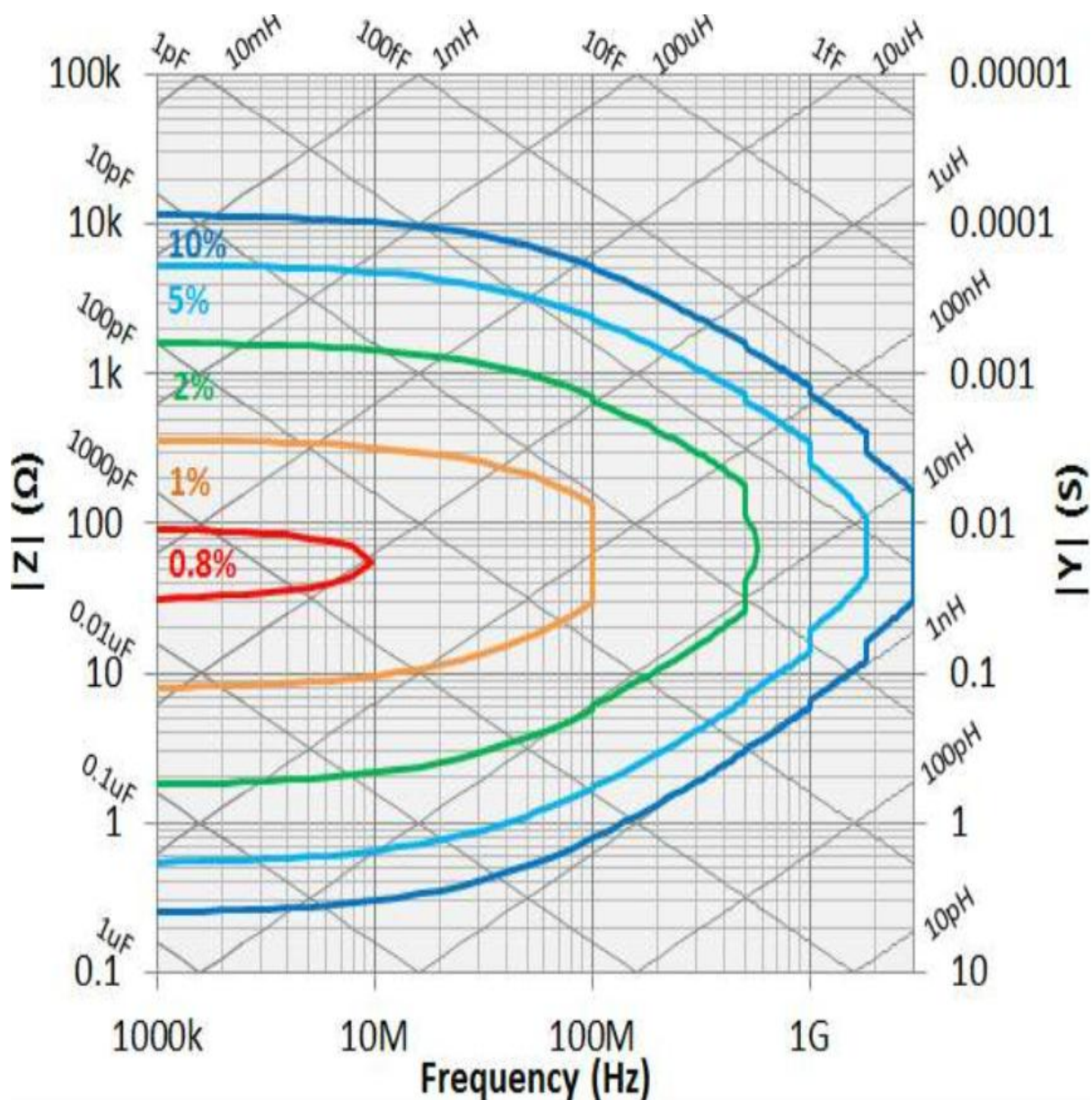


График погрешности измерения  $|Z|, |Y|$  после калибровки ХХ, КЗ и согласованная нагрузка. При выходном уровне генератора минус 13 дБм и минус 3 дБм. Количество точек усреднения не более 7. Температура окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

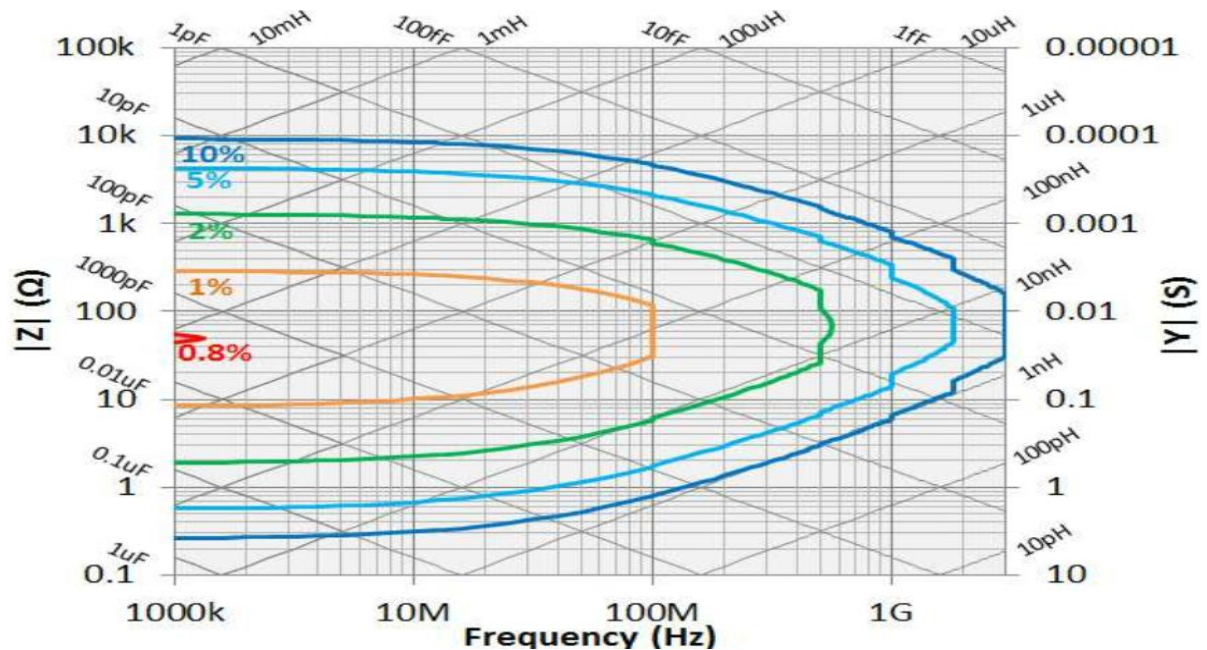


График погрешности измерения  $|Z|, |Y|$  после калибровки ХХ, КЗ и согласованная нагрузка. При выходном уровне генератора минус 33 дБм. Количество точек усреднения не менее 8. Температура окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

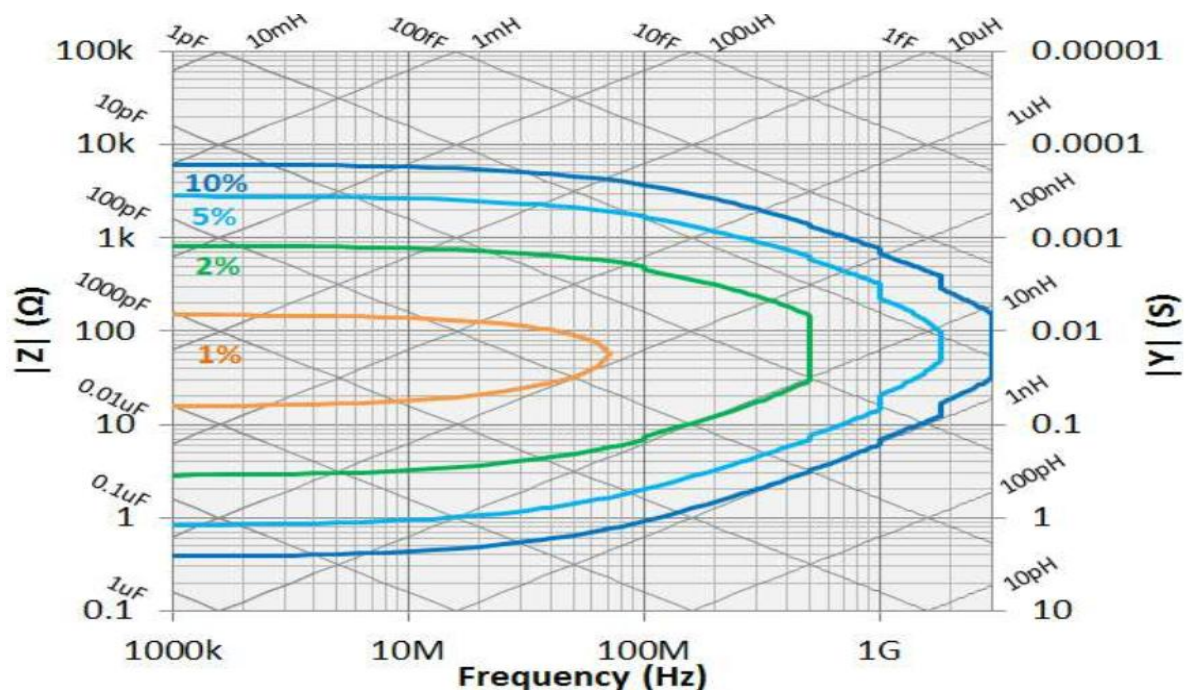


График погрешности измерения  $|Z|, |Y|$  после калибровки ХХ, КЗ и согласованная нагрузка. При выходном уровне генератора минус 33 дБм. Количество точек усреднения не более 7. Температура окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

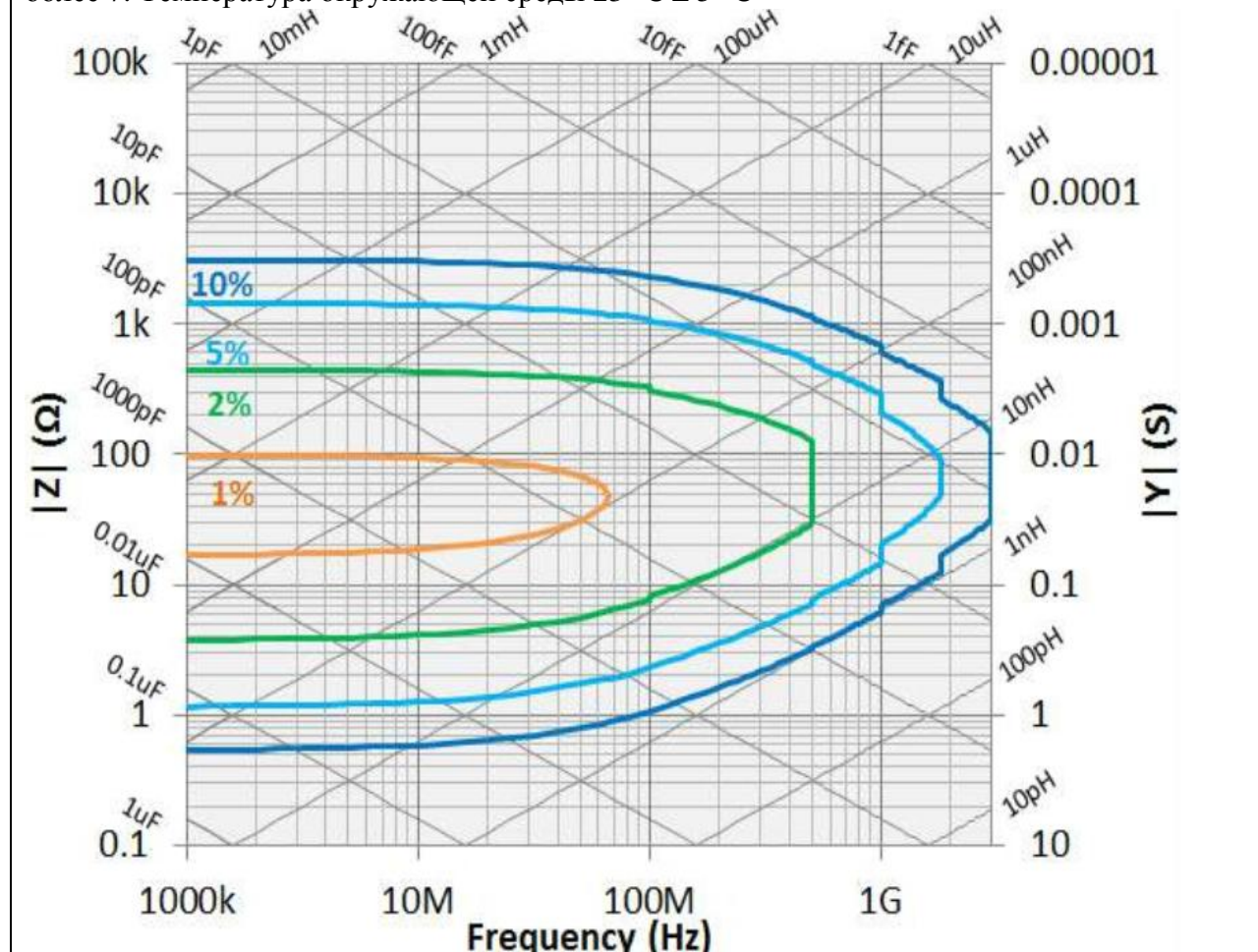


Таблица 6 – Условия эксплуатации и технические характеристики измерителей

Наименование характеристики	Значение характеристики	
Рабочие условия эксплуатации: температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ относительная влажность воздуха, % атмосферное давление, кПа	$23 \pm 5$ от 29 до 80 от 96 до 104	
Габаритные размеры (длина ´ высота ´ ширина), мм, не более	426×222×277	432 x 222 x 289
Масса, кг, не более	13	14
Напряжение питания, В	198-264	90-264
Частота Гц	47-63	47-63
Потребляемая мощность, В·А, не более	300	

**Знак утверждения типа**

наносится типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации и на корпус измерителя в виде наклейки.

### **Комплектность средства измерений**

Комплект поставки измерителей приведен в таблице 7.

Таблица 7

Наименование	Количество
Измеритель RLC E4982A/ Измеритель RLC E4991A	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 шт.
Методика поверки	1 шт.

### **Поверка**

осуществляется по документу 651-15-29 «Инструкция. Измерители RLC E4982A, E4991B. Методика поверки», утвержденному первым заместителем генерального Директора – заместителем по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ» в сентябре 2015 г.

Основные средства поверки:

- частотомер электронно-счетный 53150A, рег. № 26949-10, диапазон измерения частот от 10 Гц до 20 ГГц, пределы допускаемой погрешности  $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ ;

-блок измерительный ваттметров N1914A рег. № 57386-14 с преобразователями E9304A рег. № 57387-14 пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности  $\pm(3-5) \%$ .

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

Измерители RLC E4982A, E4991B. Руководство по эксплуатации.

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к измерителям RLC E4982A, E4991B**

Техническая документация фирмы-изготовителя.

### **Изготовитель**

Компания «Keysight Technologies Microwave Products (M) Sdn.Bhd.», Малайзия  
Bayan Lepas Free Industrial Zone,  
11900, Bayan Lepas, Penang, Malaysia.  
<http://www.keysight.com>

### **Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Кейсайт Текнолоджиз»  
Юридический адрес: 113054, г. Москва, Космодаминая наб., 52, стр. 3  
Почтовый адрес: 113054, г. Москва, Космодаминая наб., 52, стр. 3  
Телефон: (495) 797-39-00  
Факс: (495) 797-39-00

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»).

Юридический адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, рабочий поселок Менделеево, промзона ВНИИФТРИ, корпус 11.

Почтовый адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, п/о Менделеево.

Телефон/факс: (495) 526-63-00.

E-mail: [office@vniiftri.ru](mailto:office@vniiftri.ru).

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 07.10.2013 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.