

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители иммитанса Е7-21

Назначение средства измерений

Измерители иммитанса Е7-21 (далее - измерители) предназначены для измерений параметров пассивных элементов электрических цепей (R_S – электрическое сопротивление переменного тока по последовательной схеме, R_P – электрическое сопротивление переменного тока по параллельной схеме, G_P – активная проводимость по параллельной схеме, C_S – электрическая емкость по последовательной схеме, C_P – электрическая емкость по параллельной схеме, L_S – индуктивность по последовательной схеме, L_P – индуктивность по параллельной схеме, D – тангенс угла потерь, Q – добротность) при частотах 100 Гц и 1 кГц.

Описание средства измерений

Принцип действия измерителей иммитанса Е7-21 основан на методе вольтметра-амперметра. Напряжение рабочей частоты с генератора поступает через измеряемый объект на преобразователь, который формирует два синусоидальных напряжения (пропорциональное току, протекающему через объект, и пропорциональное напряжению на объекте), преобразующиеся в цифровую форму. Значение измеряемых параметров определяется расчетным путем и отображается на дисплее.

Общий вид измерителя представлен на рисунке 1. Схема пломбировки от несанкционированного доступа представлена на рисунке 2.



Рисунок 1 - Общий вид измерителей иммитанса Е7-21



Рисунок 2 — Схема пломбировки от несанкционированного доступа

Программное обеспечение

Измерители имеют встроенное программное обеспечение (ПО). Встроенное ПО выполняет функции сбора, обработки, отображения и передачи измеренных данных. Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО приведены в таблице 1.

Уровень защиты программного обеспечения «средний» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Нормирование метрологических характеристик проведено с учетом влияния ПО.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	E7-21
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V1.0
Цифровой идентификатор ПО	-

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Рабочие частоты, кГц	0,1; 1
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты, %	$\pm 0,02$
Измеряемые параметры	$R_S, R_P, G_P, C_S, C_P, L_S, L_P, D, Q$
Диапазон измерений	
$R_S, R_P, \text{ Ом}$	от $1 \cdot 10^{-3}$ до $20 \cdot 10^6$
$G_P, \text{ См}$	от $1 \cdot 10^{-9}$ до 10
$C_S, C_P, \text{ Ф}$	от $1 \cdot 10^{-13}$ до $20 \cdot 10^{-3}$
$L_S, L_P, \text{ Гн}$	от $1 \cdot 10^{-7}$ до $16 \cdot 10^3$
D, Q	от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^3$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений по R и G, %	указаны в таблице 4

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной погрешности по C, D, Q	указаны в таблице 5
Пределы допускаемой основной погрешности L, D, Q	указаны в таблице 6
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха, % на каждые 10 °С	0,5 предела допускаемой основной погрешности измерений
Напряжение измерительного сигнала (среднеквадратическое значение), В	0,1; 1
Выходное сопротивление источника сигнала, Ом	1000±100
Напряжение смещения от внутреннего источника, В	20±0,2
Нормальные условия: температура окружающей среды, °С относительная влажность, %, не более атмосферное давление, кПа	20±5 от 30 до 80 от 80 до 106,7

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания -напряжение переменного тока, В -частота переменного тока, Гц	230±23 50±1
Потребляемая мощность, В·А, не более	10
Габаритные размеры средства измерений (без ручки), мм, не более -длина -ширина -высота	265 90 320
Масса, кг, не более	2,5
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность (при 25 °С), %, не более - атмосферное давление, кПа	от 5 до +40 80 от 80 до 106,7
Средний срок службы, лет	5
Средняя наработка на отказ, ч	20000

Таблица 4 – Пределы допускаемой основной погрешности по R и G

Измеряемый параметр	Рабочая частота, Гц	Номер диапазона	Диапазон измерения параметра	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений, %
R	100, 1000	1	(1 – 20) МОм	$\pm [1 + 0,2(R/R_n - 1)]$
		2	(100 – 1000) кОм	$\pm [0,15 + 0,01(R/R_n - 1)]$
		3	(10 – 100) кОм	
		4	(1 – 10) кОм	
		5	(100 – 1000) Ом	$\pm [0,15 + 0,01(R_k/R - 1)]$
		6	(10 – 100) Ом	
		7	(1 – 10) Ом	
		8	(1 – 1000) мОм	$\pm [1 + 0,2(R_k/R - 1)]$
G	100, 1000	1	(1 – 1000) нСм	$\pm [1 + 0,2(G_k/G - 1)]$
		2	(1 – 10) мкСм	$\pm [0,15 + 0,01(G_k/G - 1)]$
		3	(10 – 100) мкСм	
		4	(100 – 1000) мкСм	
		5	(1 – 10) мСм	$\pm [0,15 + 0,01(G/G_n - 1)]$
		6	(10 – 100) мСм	
		7	(100 – 1000) мСм	
		8	(1 – 10) См	$\pm [1 + 0,2(G/G_n - 1)]$

Примечания:

1. R – измеренное значение сопротивления; R_n , R_k – начальное и конечное значения установленного диапазона измерений;
2. G – измеренное значение проводимости; G_n , G_k – начальное и конечное значения установленного диапазона измерений;
3. Указанные значения пределов допускаемой погрешности измерений применимы при напряжении измерительного сигнала 1 В;
4. При напряжении измерительного сигнала 0,1 В на диапазонах 3 – 6 пределы допускаемой погрешности равны утроенному значению;
5. При напряжении измерительного сигнала 0,1 В на диапазонах 1, 2, 7, 8 погрешность не нормируется.

Таблица 5 – Пределы допускаемой основной погрешности по C, D и Q

Измеряемый параметр	Рабочая частота, Гц	Номер диапазона	Диапазон измерения параметра	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений	
				по C, %	по D, 10 ⁻³ по Q, %
C, D, Q	100	1	(1 – 1600) пФ	$\pm \left[(1 + 0,2 \cdot (C_K / C - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[5 \cdot (1 + D^2) + 2 \cdot C_K / C(1 + D) \right]$ $\pm \left[0,5 \cdot (Q + 1/Q) + 0,2 \cdot C_K / C(Q + 1) \right]$
		2	(1,6 – 16) нФ	$\pm \left[(0,15 + 0,01 \cdot (C_K / C - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + C_K / C(1 + D) \right]$ $\pm \left[0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot C_K / C(Q + 1) \right]$
		3	(16 – 160) нФ		
		4	(160 – 1600) нФ		
		5	(1,6 – 16) мкФ	$\pm \left[(0,3 + 0,06 \cdot (C / C_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + C / C_H(1 + D) \right]$ $\pm \left[0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot C / C_H(Q + 1) \right]$
		6	(16 – 160) мкФ		
		7	(160 – 1600) мкФ		
		8	(1,6 – 20) мкФ	$\pm \left[(1 + 0,2 \cdot (C / C_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[5 \cdot (1 + D^2) + 2 \cdot C / C_H(1 + D) \right]$ $\pm \left[0,5 \cdot (Q + 1/Q) + 0,2 \cdot C / C_H(Q + 1) \right]$
	1000	1	(0,1- 160) пФ	$\pm \left[(1 + 0,2 \cdot (C_K / C - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[5 \cdot (1 + D^2) + 2 \cdot C_K / C(1 + D) \right]$ $\pm \left[0,5 \cdot (Q + 1/Q) + 0,2 \cdot C_K / C(Q + 1) \right]$
		2	(160 – 1600) пФ	$\pm \left[(0,15 + 0,01 \cdot (C_K / C - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + C_K / C(1 + D) \right]$ $\pm \left[0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot C_K / C(Q + 1) \right]$
		3	(1,6 – 16) нФ		
		4	(16 – 160) нФ		
		5	(160 – 1600) нФ	$\pm \left[(0,15 + 0,01 \cdot (C / C_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + C / C_H(1 + D) \right]$ $\pm \left[0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot C / C_H(Q + 1) \right]$
		6	(1,6 – 16) мкФ	$\pm \left[(0,3 + 0,06 \cdot (C / C_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	
		7	(16 – 160) мкФ		
		8	(160 – 1600) мкФ	$\pm \left[(1 + 0,2 \cdot (C / C_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[5 \cdot (1 + D^2) + 2 \cdot C / C_H(1 + D) \right]$ $\pm \left[0,5 \cdot (Q + 1/Q) + 0,2 \cdot C / C_H(Q + 1) \right]$

Примечания:

1. C, D, Q – измеренное значение емкости, тангенса угла потерь и добротности; C_н, C_к – начальное и конечное значения установленного диапазона измерений;
2. Погрешность по D (Q) нормируется, если $D \leq 2$ ($Q \geq 0,5$) и полное сопротивление объекта измерений находится в пределах от 0,09 до 1,1 от предельного значения сопротивления, соответствующего установленному диапазону;
3. Указанные значения пределов допускаемой погрешности измерений применимы при напряжении измерительного сигнала 1 В;
4. При напряжении измерительного сигнала 0,1 В на диапазонах 3 – 6 пределы допускаемой погрешности равны утроенному значению;
5. При напряжении измерительного сигнала 0,1 В на диапазонах 1, 2, 7, 8 погрешность не нормируется.

Таблица 6 – Пределы допускаемой основной погрешности по L, D и Q

Измеряемый параметр	Рабочая частота, Гц	Номер диапазона	Диапазон измерения параметра	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений	
				по L, %	по D, 10 ⁻³ ; по Q, %
L, D, Q	100	1	(1,6 – 16) кГц	$\pm \left[(1 + 0,2 \cdot (L/L_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[5 \cdot (1 + D^2) + 2 \cdot L/L_H (1 + D) \right]$ $\pm [0,5 \cdot (Q + 1/Q) + 0,2 \cdot L/L_H (Q + 1)]$
		2	(160 – 1600) ГГц	$\pm \left[(0,3 + 0,06 \cdot (L/L_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + L/L_H (1 + D) \right]$ $\pm [0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot L/L_H (Q + 1)]$
		3	(16 – 160) ГГц		
		4	(1,6 – 16) ГГц		
		5	(160 – 1600) мГц	$\pm \left[(0,3 + 0,06 \cdot (L_K/L - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + L_K/L (1 + D) \right]$ $\pm [0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot L_K/L (Q + 1)]$
		6	(16 – 160) мГц		
		7	(1,6 – 16) мГц		
		8	(1 – 1600) мкГц	$\pm \left[(1 + 0,2 \cdot (L_K/L - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[5 \cdot (1 + D^2) + 2 \cdot L_K/L (1 + D) \right]$ $\pm [0,5 \cdot (Q + 1/Q) + 0,2 \cdot L_K/L (Q + 1)]$
	1000	1	(160- 1600) ГГц	$\pm \left[(1 + 0,2 \cdot (L_H/L - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[5 \cdot (1 + D^2) + 2 \cdot L/L_H (1 + D) \right]$ $\pm [0,5 \cdot (Q + 1/Q) + 0,2 \cdot L/L_H (Q + 1)]$
		2	(16 – 160) ГГц	$\pm \left[(0,3 + 0,06 \cdot (L/L_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + L/L_H (1 + D) \right]$ $\pm [0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot L/L_H (Q + 1)]$
		3	(1,6 – 16) ГГц		
		4	(160 – 1600) мГц	$\pm \left[(0,15 + 0,01 \cdot (L/L_H - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + L_K/L (1 + D) \right]$ $\pm [0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot L_K/L (Q + 1)]$
		5	(16 – 160) мГц	$\pm \left[(0,15 + 0,01 \cdot (L_K/L - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	
		6	(1,6 – 16) мГц		
		7	(160 – 1600) мкГц	$\pm \left[(0,3 + 0,06 \cdot (L_K/L - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	$\pm \left[2,5 \cdot (1 + D^2) + L_K/L (1 + D) \right]$ $\pm [0,25 \cdot (Q + 1/Q) + 0,1 \cdot L_K/L (Q + 1)]$
		8	(0,1 – 160) мкГц	$\pm \left[(1 + 0,2 \cdot (L_K/L - 1)) \cdot \sqrt{1 + D^2} \right]$	

Примечания:

1. C, D, Q – измеренное значение емкости, тангенса угла потерь и добротности; C_н, C_к – начальное и конечное значения установленного диапазона измерений;
2. Погрешность по D (Q) нормируется, если D ≤ 2 (Q ≥ 0,5) и полное сопротивление объекта измерений находится в пределах от 0,09 до 1,1 от предельного значения сопротивления, соответствующего установленному диапазону;
3. Указанные значения пределов допускаемой погрешности измерений применимы при напряжении измерительного сигнала 1 В;
4. При напряжении измерительного сигнала 0,1 В на диапазонах 3 – 6 пределы допускаемой погрешности равны утроенному значению;
5. При напряжении измерительного сигнала 0,1 В на диапазонах 1, 2, 7, 8 погрешность не нормируется.

Знак утверждения типа

наносится на заднюю панель методом офсетной печати и/или на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность измерителей

Наименование	Обозначение	Количество
Измеритель иммитанса	Е7-21	1 шт.
Сетевой шнур	-	1 шт.
Устройство присоединительное УП-2	УШЯИ.685631.126	1 шт.
Устройство присоединительное УП-4*	УШЯИ.685631.130	1 шт.
Кабель интерфейсный	-	1 шт.
Вставка плавкая 0,5 А 250 В	-	2 шт.
Руководство по эксплуатации	УШЯИ.411218.011 РЭ	1 экз.
Методика поверки	МРБ.МП.1153-2002	1 экз.
Упаковка	УШЯИ.305641.044	1 шт.
Примечание * Поставляется по отдельному заказу		

Поверка

осуществляется по документу МРБ.МП.1153-2002 «Измеритель иммитанса Е7-21. Методика поверки», утвержденному РУП «БелГИМ» 20 июня 2002 г.

Основные средства поверки:

- набор мер сопротивления Н2-1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 12942-91);
- магазин электрического сопротивления Р4830/1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 4614-74);
- меры емкости Р597 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 2684-70);
- меры индуктивности Р5105-Р5115 (Р596) (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 9046-83);
- составные меры тангенса угла потерь по ГОСТ Р 8.686-2009 D= 0,001; 0,01; 0,1; 1, $\Delta D = \pm(0,0005 - 0,001)$;
- составные меры добротности по ГОСТ Р 8.686-2009 Q= 10; 100, $\Delta Q = \pm(0,1 - 10)$;
- частотомер электронно-счетный ЧЗ-81/1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 27323-04);

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к измерителям иммитанса Е7-23

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 25242-93 Измерители параметров иммитанса цифровые. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 8.019-85 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений тангенса угла потерь

ГОСТ 8.371-80 ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости

ГОСТ Р 8.732-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений индуктивности

Приказ Росстандарта № 3456 от 30 декабря 2019 г. Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока

ГОСТ Р 8.686-2009 ГСИ. Мосты переменного тока уравновешенные. Методика поверки
Техническая документация изготовителя ОАО «МНИПИ», Республика Беларусь

Изготовитель

Открытое акционерное общество «Минский научно-исследовательский приборостроительный институт» (ОАО «МНИПИ»)

Адрес: 220053, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Я. Коласа, д. 73

Телефон: (017) 262-21-79, факс: (017) 262-88-81

Web-сайт: www.mnipi.by

Испытательный центр

Экспертиза проведена Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

Адрес: 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., 19

Телефон: (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14

Web-сайт: www.vniim.ru

E-mail: info@vniim.ru

Регистрационный номер RA.RU.311541 в Реестре аккредитованных лиц в области обеспечения единства измерений Росаккредитации.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2020 г.