

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Анализаторы иммитанса широкополосные E7-29

#### Назначение средства измерений

Анализаторы иммитанса широкополосные E7-29 (далее анализаторы) предназначены для измерений параметров иммитанса в диапазоне частот от 50 кГц до 15 МГц.

#### Описание средства измерений

Принцип действия анализаторов основан на измерении напряжения на измеряемом объекте и тока, протекающего через объект и встроенный эталон. Микропроцессор пересчитывает полученные данные в параметры измеряемого объекта, которые выводятся на цифровой дисплей. Анализаторы снабжены экранированными разъемами и позволяют измерять параметры при двух, трех и четырех полюсном включении объекта. Все метрологические характеристики определяются исходя из значения модуля комплексного сопротивления  $|Z|$  и угла фазового сдвига комплексного сопротивления путем пересчета.

Анализаторы имеют режим измерения RLC и режим частотного анализа. Анализаторы также обеспечивают контроль процентного отклонения измеряемых RLC параметров от заданной величины.

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



Рисунок 1 - Общий вид анализаторов иммитанса широкополосных E7-29



Рисунок 2 — Схема пломбировки от несанкционированного доступа

### Программное обеспечение

Анализаторы иммитанса широкополосные Е7-29 имеют встроенное программное обеспечение (ПО). Встроенное выполняет функции сбора, обработки, отображения и передачи измеренных данных. Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО приведены в таблице 1. Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.

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

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже V1.1
Цифровой идентификатор ПО	Недоступен

### Метрологические и технические характеристики

В таблице 2 приняты следующие обозначения:  $Z$  – полное сопротивление,  $\varphi$  – угол фазового сдвига комплексного сопротивления,  $R_S$  – сопротивление переменного тока в последовательной схеме замещения,  $R_P$  – сопротивление переменного тока в параллельной схеме замещения,  $X$  – реактивное сопротивление в последовательной схеме замещения,  $Y$  – полная проводимость,  $G$  – активная проводимость в параллельной схеме замещения,  $B$  – реактивная проводимость в параллельной схеме замещения,  $C_S$  – емкость в последовательной схеме замещения,  $C_P$  – емкость в параллельной схеме замещения,  $L_S$  – индуктивность в последовательной схеме замещения,  $L_P$  – индуктивность в параллельной схеме замещения,  $\operatorname{tg} \delta$  – тангенс угла потерь (допускается обозначение  $D$  – фактор потерь),  $Q$  – добротность.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, Гц	от $50 \cdot 10^3$ до $15 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты испытательного сигнала, %	$\pm 0,02$
Измеряемые параметры	$ Z , R_S, R_P, X, G, B,  Y , C_S, C_P, L_S, L_P, D, Q, \varphi$
Диапазон измерений (в зависимости от частоты) $R_P, R_S, X,  Z , \text{Ом}$	от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^8$
$G, B,  Y , \text{См}$	от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^2$
$L_S, L_P, \text{Гн}$	от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^2$
$C_S, C_P, \Phi$	от $1 \cdot 10^{-12}$ до $1 \cdot 10^{-4}$
$D, Q$	от $1 \cdot 10^{-4}$ до $9,9999 \cdot 10^3$
$\varphi, \text{градус}$	от -180 до +180
Диапазон показаний $R_P, R_S, X,  Z , \text{Ом}$	от 0 до $9,9999 \cdot 10^9$
$G, B,  Y , \text{См}$	от 0 до $9,9999 \cdot 10^3$
$L_S, L_P, \text{Гн}$	от 0 до $9,9999 \cdot 10^4$
$C_S, C_P, \Phi$	от 0 до $9,9999 \cdot 10^{-3}$
$D, Q$	от 0 до $9,9999 \cdot 10^3$
$\varphi, \text{градус}$	от -180 до +180

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения по $ Z $ , $ Y $ , %	$d_z = \pm A1 \times A2 \times A3 \times A4^*$
по $R_S$ , $R_P$ , $G$ , %	$\pm \delta_z \cdot (1+Q)$ , где Q – измеренное значение добротности
по $L_S$ , $L_P$ , $C_S$ , $C_P$ , $X$ , $B$ , %	$\pm \delta_z \cdot (1+D)$ , где D - измеренное значение тангенса угла потерь
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения по D при $D \leq 1$	$\pm \frac{\delta d_z}{e100} \cdot \frac{\ddot{o}}{\varnothing} \cdot (1+D)$
при $D > 1$	$\pm \frac{\delta d_z}{e100} \cdot \frac{\ddot{o}}{\varnothing} \cdot (1+D^2)$
по Q при $Q > 1$	$\pm \frac{\delta d_z}{e100} \cdot \frac{\ddot{o}}{\varnothing} \cdot (Q+Q^2)$
при $Q \leq 1$	$\pm \frac{\delta d_z}{e100} \cdot \frac{\ddot{o}}{\varnothing} \cdot (1+Q)$
по $\varphi$ , градус	$\pm \delta_z$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения $\delta_t$ , вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной, % при $+22\text{ }^\circ\text{C} < t \leq +40\text{ }^\circ\text{C}$ при $-10\text{ }^\circ\text{C} \leq t < 18\text{ }^\circ\text{C}$	$\delta_t = \pm  \delta_z  \cdot (t - 22)/20$ $\delta_t = \pm  \delta_z  \cdot (18 - t)/20$
Диапазон установки напряжения (переменного тока) испытательного сигнала (среднее квадратическое значение), мВ	от 40 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки напряжения (переменного тока) испытательного сигнала при частоте 50 кГц в диапазоне от 40 до 100 мВ включ., мВ в диапазоне св. 100 мВ до 1 В включ., %	$\pm 5$ $\pm 3$
Диапазон установки напряжения смещения, В	от 0 до 40
Выходное сопротивление источника сигнала, Ом	$100 \pm 5$
* Значение коэффициентов A1, A2, A3, A4 указано в таблицах 3 и 4	

Таблица 3 – Значения коэффициента A1

Предел измерений  Z	Диапазон измерений  Z	Значение коэффициента A1, %, на частотах		
		от 50 кГц до 100 кГц	св. 100 кГц до 1 МГц	св. 1 МГц до 15 МГц
1 МОм	от 100 кОм до 100 МОм	$1 + 0,2 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^5} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	-	-
100 кОм	от 10 кОм до 100 кОм	$0,5 + 0,1 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^4} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	$1 + 0,2 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^4} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	-
10 кОм	от 1 кОм до 10 кОм	$0,3 + 0,05 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^3} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	$0,5 + 0,1 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^3} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	$1 + 0,2 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^3} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset} \times f$
1 кОм	от 100 Ом до 1 кОм	$0,2 + 0,02 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^2} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	$0,3 + 0,05 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^2} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	$0,3 + 0,05 \times \frac{\alpha  Z }{e 10^2} - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset} \times f$
100 Ом	от 10 Ом до 100 Ом	$0,2 + 0,04 \times \frac{\alpha 0^2}{e  Z } - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	$0,3 + 0,05 \times \frac{\alpha 0^2}{e  Z } - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	$0,5 + 0,1 \times \frac{\alpha 0^2}{e  Z } - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset} \times f$
10 Ом	от 1 Ом до 10 Ом	$0,5 + 0,1 \times \frac{\alpha 0}{e  Z } - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	$1 + 0,2 \times \frac{\alpha 0}{e  Z } - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	-
1 Ом	от 0,01 Ом до 1 Ом	$1 + 0,2 \times \frac{\alpha 1}{e  Z } - 1 \frac{\ddot{o}}{\emptyset}$	-	-

где |Z| — измеренное значение модуля полного сопротивления, Ом.  
f – частота испытательного сигнала, МГц

Таблица 4 – Значение коэффициентов A2, A3, A4

Наименование коэффициента	Дополнительные условия	Значение коэффициента
Коэффициент A2	Напряжение испытательного сигнала, В	
	от 0,04 до 0,1	10
	св. 0,1 до 0,3	3
Коэффициент A3	Режим	
	«Быстро»	3
	«Норма»	1
Коэффициент A4	«Усреднение (10)»	1
	Устройство присоединительное УП-2	$1,5 + 0,015 \cdot F^*$ при $F \leq 100$ кГц
	УП-5	1
	УП-9	1

\* F – частота испытательного сигнала, кГц

Таблица 5 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания	
-напряжение переменного тока, В	230±23
-частота переменного тока, Гц	50
Потребляемая мощность, В·А, не более	20
Габаритные размеры, мм, не более	
- высота	134
- ширина	320
- длина	270
Масса, кг, не более	5
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающей среды, °С	от -10 до +40
- относительная влажность (при температуре 25 °С), %, не более	80
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
Средний срок службы, лет	6
Средняя наработка на отказ, ч	15000

#### Знак утверждения типа

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

#### Комплектность средства измерений

Таблица 6 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Анализатор иммитанса широкополосный	Е7-29	1 шт.
Кабель сетевой	-	1 шт.
Устройство присоединительное	УП-2	1 шт.
Устройство присоединительное	УП-5	1 шт.
Устройство присоединительное*	УП-9	1 шт.
Руководство по эксплуатации	УШЯИ.411218.022 РЭ	1 экз.
Методика поверки	МРБ МП.2664-2017	1 экз.
Упаковка	-	1 шт.
* Поставляется по отдельному заказу		

#### Поверка

осуществляется по документу МРБ МП.2664-2017 «Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29. Методика поверки», утвержденному РУП «БелГИМ» 21 февраля 2017 г.

Основные средства поверки:

-набор мер сопротивления Н2-1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 12942-91);

-меры емкости Р597 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 2684-70);

-набор мер емкости Е1-3 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 8174-81, 8174-88);

-меры индуктивности P5101-P5105 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 9046-83);

-составные меры тангенса угла потерь по ГОСТ Р 8.686-2009  $D= 0,01; 0,1, \Delta D=\pm 0,005$ ;

-составные меры добротности по ГОСТ Р 8.686-2009  $Q= 10, \Delta Q=\pm 1$ ;

-частотомер электронно-счетный ЧЗ-81 (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 переднюю панель прибора или на свидетельство о поверке.

**Сведения о методиках (методах) измерений**  
приведены в эксплуатационном документе.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам иммитанса широкополосным Е7-29**

ГОСТ Р 8.686-2009 ГСИ. Мосты переменного тока уравновешенные. Методика поверки

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

МРБ МП.2664-2017 Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29. Методика поверки

ТУ РБ 100039847.148-2017 Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29.

Технические условия

#### **Изготовитель**

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

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](http://www.mnipi.by)

#### **Испытательный центр**

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

(ФГУП «ВНИИМ 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](http://www.vniim.ru)

E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 23.03.2016 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.