ЗАКАЗАТЬ

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИММИТАНСА

Е7-25

Руководство по эксплуатации

УШЯИ.411218.015 РЭ

Содержание

1	Описание и работа прибора …….....	4
1.1	Назначение …….....	4
1.2	Основные параметры и характеристики (свойства) …..…….....	4
1.3	Состав комплекта поставки ……..	10
1.4	Устройство и работа ……	10
1.5	Маркировка и пломбирование ……..	13
1.6	Упаковка ……..…...	13
2	Использование по назначению …….	13
2.1	Подготовка прибора к использованию ……	13
2.1.1	Общие указания……	13
2.1.2	Меры безопасности …….	14
2.1.3	Заряд встроенного аккумулятора…….	14
2.1.4	Опробование……..	15
2.2	Использование прибора……..	15
3	Техническое обслуживание ……...	26
4	Текущий ремонт ……..	27
5	Хранение ..……..	27
6	Транспортирование……..	27
7	Утилизация …….....	28
8	Гарантии изготовителя ……..…….....	28
9	Свидетельство об упаковывании …….....	28
10	Свидетельство о приемке ……..	29
11	Особые отметки ……...	33
Приложение А	Параметры эквивалентных схем ……..……	34
Приложение Б	Перечень предприятий, осуществляющих гарантийное и послегарантийное обслуживание прибора ..…….	36

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о принципе работы, устройстве и конструкции, характеристиках измерителя иммитанса Е7-25 (далее по тексту прибор) и указания, необходимые для правильной и безопасной его эксплуатации.

Прибор соответствует ТУ BY 100039847.090-2008 «Измеритель иммитанса Е7-25. Технические условия».

Примечание – Иммитанс – термин, объединяющий понятия комплексного сопротивления (импеданса) и комплексной проводимости (адмитанса).

Общий вид прибора приведен на рисунке 1.1.

ВНИМАНИЕ!

НЕ ВКЛЮЧАТЬ ПРИБОР, НЕ ИЗУЧИВ НАСТОЯЩЕЕ РЭ.

При покупке прибора через торговую сеть:

- проверить его работоспособность;
- проверить наличие талонов на гарантийный ремонт и сверить номер и тип приобретенного прибора с указанными в гарантийном талоне;
- убедиться, что гарантийные талоны заполнены (поставлен штамп организации, продавшей прибор и указана дата продажи);
- проверить сохранность пломб и комплект поставки прибора.

При работе с прибором соблюдать следующие меры предосторожности:

- не измерять объекты, находящиеся под напряжением. Перед проведением измерений объекта, подключенного к устройству, источник питания устройства должен быть отключен, а конденсаторы устройства разряжены;
- не подключать к прибору заряженные конденсаторы. Перед подключением к прибору конденсатор необходимо разрядить;
- избегать падений и ударов прибора о твердые поверхности, натяжения и изгибов соединительных кабелей, загрязнения и деформации контактирующих поверхностей.



Рисунок 1.1 – Измеритель иммитанса Е7-25. Общий вид

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ПРИБОРА

1.1 Назначение

1.1.1 Прибор предназначен для измерения при синусоидальном напряжении параметров объектов, представляемых параллельной или последовательной двухэлементной схемой замещения.

1.1.2 Прибор может быть использован для научных исследований, контроля качества электрорадиоэлементов (ЭРЭ), измерения неэлектрических величин с применением измерительных преобразователей неэлектрических величин в одну из измеряемых прибором величин.

1.1.3 Прибор предназначен для работы от сети переменного тока напряжением (230 ± 23) В частотой 50 Гц и от встроенного аккумулятора.

1.1.4 По условиям применения прибор относится к группе 3 ГОСТ 22261-94 с расширенным диапазоном рабочей температуры окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 50 °С и условиями транспортирования согласно 6.2 настоящего РЭ.

1.1.5 Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха, °С плюс (20 ± 2) ;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст) от 84 до 106 (от 630 до 795).

Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха, °С от минус 20 до плюс 50 ;
- относительная влажность воздуха, % до 80 при температуре плюс 25 °С;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст) от 84 до 106,7 (от 630 до 800).

1.2 Основные параметры и характеристики (свойства)

1.2.1 Прибор измеряет следующие параметры:

- индуктивность – L_p, L_s;
- емкость – C_p, C_s;
- активное сопротивление – R_p, R_s;
- тангенс угла потерь – tg δ ;
- добротность – Q;
- модуль комплексного сопротивления – $|Z|$;
- ток утечки – I.

Примечания

1 Дополнительно индицируются следующие расчетные параметры:

- реактивное сопротивление – X_s;
- активная проводимость – G_p;
- реактивная проводимость – B_p;
- модуль комплексной проводимости – $|Y|$;
- угол фазового сдвига комплексного сопротивления – φ.

2 L_p, C_p, R_p, G_p, B_p (L_s, C_s, R_s, X_s) – параметры при параллельной (последовательной) схеме замещения (приложение А).

3 Допускается для измеряемого параметра tg δ использовать обозначение D (фактор потерь).

Диапазоны измерений соответствуют значениям, указанным в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Параметр	Диапазон измерений
R_s, R_p, $\|Z\|$	от 10^{-5} до 10^{9} Ом
L_s, L_p	от 10^{-11} до 10^{4} Гн
C_s, C_p	от 10^{-15} до 1 Ф
D, Q	от 10^{-4} до 10^{4}
I	от 10^{-7} до 10^{-3} А

Формат индикации 5 (в режиме усреднения – 6).

1.2.2 Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении $|Z|$ при высоком уровне напряжения измерительного сигнала и нормальной скорости измерения δ_Z, %, соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.2.

При низком уровне напряжения измерительного сигнала или в режиме быстрых измерений пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении $|Z|$ равны утроенной погрешности, указанной в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Предел измерений $\lvert Z\rvert$	Пределы допускаемой основной относительной погрешности δ_Z, %, при частотах					
	от 25 до 99 Гц	от 100 до 999 Гц	1 кГц	св. 1 до 10 кГц	св. 10 до 100 кГц	св. 100 до 1000 кГц
10 МОм	$[1+0{,}2(\frac{\lvert Z\rvert}{10^6}-1)]$	$[0{,}5+0{,}1(\frac{\lvert Z\rvert}{10^6}-1)]$	$[0{,}5+0{,}1(\frac{\lvert Z\rvert}{10^6}-1)]$	—	—	—
1 МОм	$[1+0{,}1(\frac{\lvert Z\rvert}{10^5}-1)]$	$[0{,}3+0{,}03(\frac{\lvert Z\rvert}{10^5}-1)]$	$[0{,}2+0{,}02(\frac{\lvert Z\rvert}{10^5}-1)]$	$[0{,}5+0{,}1(\frac{\lvert Z\rvert}{10^5}-1)]$	—	—
100 кОм	$[0{,}5+0{,}05(\frac{\lvert Z\rvert}{10^4}-1)]$	$[0{,}2+0{,}02(\frac{\lvert Z\rvert}{10^4}-1)]$	$[0{,}15+0{,}01(\frac{\lvert Z\rvert}{10^4}-1)]$	$[0{,}3+0{,}03(\frac{\lvert Z\rvert}{10^4}-1)]$	$[1+0{,}2(\frac{\lvert Z\rvert}{10^4}-1)]$	—
10 кОм	$[0{,}5+0{,}05(\frac{\lvert Z\rvert}{10^3}-1)]$	$[0{,}2+0{,}02(\frac{\lvert Z\rvert}{10^3}-1)]$	$[0{,}15+0{,}01(\frac{\lvert Z\rvert}{10^3}-1)]$	$[0{,}2+0{,}02(\frac{\lvert Z\rvert}{10^3}-1)]$	$[0{,}5+0{,}05(\frac{\lvert Z\rvert}{10^3}-1)]$	$[3+0{,}5(\frac{\lvert Z\rvert}{10^3}-1)]$
1 кОм	$[0{,}5+0{,}05(\frac{\lvert Z\rvert}{10^2}-1)]$	$[0{,}2+0{,}02(\frac{\lvert Z\rvert}{10^2}-1)]$	$[0{,}15+0{,}01(\frac{\lvert Z\rvert}{10^2}-1)]$	$[0{,}2+0{,}02(\frac{\lvert Z\rvert}{10^2}-1)]$	$[0{,}5+0{,}05(\frac{\lvert Z\rvert}{10^2}-1)]$	$[3+0{,}3(\frac{\lvert Z\rvert}{10^2}-1)]$
100 Ом	$[0{,}5+0{,}05(\frac{10^2}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}2+0{,}02(\frac{10^2}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}15+0{,}01(\frac{10^2}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}2+0{,}02(\frac{10^2}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}5+0{,}05(\frac{10^2}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[3+0{,}3(\frac{10^2}{\lvert Z\rvert}-1)]$
10 Ом	$[1+0{,}1(\frac{10}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}3+0{,}03(\frac{10}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}3+0{,}03(\frac{10}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}3+0{,}03(\frac{10}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[1+0{,}1(\frac{10}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[3+0{,}5(\frac{10}{\lvert Z\rvert}-1)]$
1 Ом	$[1+0{,}2(\frac{1}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}5+0{,}1(\frac{1}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}5+0{,}1(\frac{1}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[0{,}5+0{,}1(\frac{1}{\lvert Z\rvert}-1)]$	$[1+0{,}2(\frac{1}{\lvert Z\rvert}-1)]$	—
Примечание – $\lvert Z\rvert$ – измеренное значение модуля комплексного сопротивления, Ом.						

Пределы измерений $|Z|$ соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Предел измерений $\|Z\|$	Значение, Ом, на частотах			
	от 25 до 1 кГц	св. 1 до 10 кГц	св. 10 до 100 кГц	св. 100 до 1 МГц
10 МОм	от $0{,}95\cdot10^6$ до 10^9	—	—	—
1 МОм	от $0{,}95\cdot10^5$ до $1{,}05\cdot10^6$	от $0{,}95\cdot10^5$ до 10^8	—	—
100 кОм	от $0{,}95\cdot10^4$ до $1{,}05\cdot10^5$		от $0{,}95\cdot10^4$ до 10^7	—
10 кОм	от $0{,}95\cdot10^3$ до $1{,}05\cdot10^4$			от $0{,}95\cdot10^3$ до 10^6
1 кОм	от $0{,}95\cdot10^2$ до $1{,}05\cdot10^4$			
100 Ом	от 9,5 до 10,5			
10 Ом	от 0,95 до 10,5			от 10^{-4} до 10,2
1 Ом	от 10^{-5} до 1,05			—

1.2.3 Пределы допускаемой основной погрешности при измерении R_s, R_p, L_s, L_p, C_s, C_p, D, Q, I и расчетах $|Y|$, G_p, X_s, B_p, φ соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Измеряемый параметр	Значение D, Q	Пределы допускаемой основной относительной δ, %, (абсолютной Δ) погрешности
$\|Y\|$	—	$\delta_Y = \delta_Z$
R_s, R_p, G_p	$Q \le 0{,}1$	$\delta_R = \delta_G = \delta_Z$
	$Q > 0{,}1$	$\delta_R = \delta_G = \delta_Z \cdot (1 + Q)$
L_s, L_p	$D \le 0{,}1$	$\delta_L = \delta_Z$
	$D > 0{,}1$	$\delta_L = \delta_Z \cdot (1 + D)$
C_s, C_p	$D \le 0{,}1$	$\delta_C = \delta_Z$
	$D > 0{,}1$	$\delta_C = \delta_Z \cdot (1 + D)$
X_s, B_p	$D \le 0{,}1$	$\delta_X = \delta_B = \delta_Z$
	$D > 0{,}1$	$\delta_X = \delta_B = \delta_Z \cdot (1 + D)$
D	$D \le 1$	$\Delta_D = (\delta_Z / 100\ \%)\cdot(1 + 10D)$
	$D > 1$	$\delta_D = \delta_Z \cdot (10 + D)$
Q	$Q > 1$	$\delta_Q = \delta_Z \cdot (10 + Q)$
	$Q \le 1$	$\Delta_Q = (\delta_Z / 100\ \%)\cdot(1 + 10Q)$
φ	—	$\Delta_\varphi = (\delta_Z / 1\ \%)\cdot1°$
I	—	$\delta_I = \pm(3 + 50\ \text{мкА/I})$

Примечания
1 Значение δ_Z определяется из таблицы 1.2.
2 D, Q, I – измеренные значения фактора потерь, добротности, тока утечки, соответственно.

1.2.4 Дополнительная погрешность измерения параметров, вызванная изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой в пределах рабочих условий применения, на каждые 10 °С, не превышает половины предела допускаемой основной погрешности измерения параметров.

1.2.5 Диапазон установки рабочей частоты от 25 Гц до 1 МГц с разрешением 1 Гц до частоты 1 кГц включительно, с разрешением 1 кГц – свыше частоты 1 кГц.

Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения рабочей частоты ±0,02 %.

1.2.6 Напряжение измерительного сигнала 40 мВ (среднеквадратическое значение) – низкий уровень и 0,7 В (среднеквадратическое значение) – высокий уровень.

Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения измерительного сигнала на частоте 1 кГц ±10 %.

1.2.7 Выходное сопротивление источника измерительного сигнала (100 ± 20) Ом.

1.2.8 Диапазон установки напряжения смещения от 0 до 60 В с дискретностью 0,1 В (в диапазоне от 0 до 10 В включительно) и 1 В (в диапазоне свыше 10 В).

Пределы допускаемой погрешности воспроизведения напряжения смещения ±10 мВ (в диапазоне от 0 до 300 мВ включительно) и ±3 % относительной погрешности (в диапазоне свыше 300 мВ).

1.2.9 Время одного измерения без времени выбора предела измерений (длительность цикла запуска) при частоте измерительного сигнала 1 кГц не более 1 с в режиме «Норма», и не более 0,1 с в режиме «Быстро».

1.2.10 Прибор обеспечивает автоматическую компенсацию начальных параметров присоединительных устройств (коррекция нуля).

Пределы показаний прибора на частоте 1 кГц после проведения компенсации начальных параметров соответствуют значениям, указанным в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Объект измерений	Измеряемый параметр	Допускаемые пределы показаний
Отключен	G_p	±1 нСм
Перемычка	R_s	±1 мОм

1.2.11 Прибор обеспечивает автоматический и ручной выбор предела измерений $|Z|$.

1.2.12 Прибор обеспечивает автоматический с принудительным циклом вид запуска.

1.2.13 Прибор обеспечивает контроль процентного отклонения измеряемых L, C, R параметров от заданной величины.

1.2.14 Прибор обеспечивает работу:

- с устройством присоединительным УП-1 (далее УП-1);
- с устройством присоединительным УП-2 (далее УП-2);
- с устройством присоединительным УП-4 (далее УП-4);

1.2.15 Перекрытие пределов измерений $|Z|$ не менее 5 %.

1.2.16 Прибор имеет производственно-эксплуатационный запас при выпуске не менее 20 % по основной погрешности измерения.

1.2.17 Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 мин.

1.2.18 Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях применения в течение времени, не менее 16 ч при сохранении своих технических характеристик в пределах норм, установленных ТУ.

1.2.19 Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании его от сети переменного тока напряжением (230 $\pm$ 23) В, частотой 50 Гц.

1.2.20 Мощность, потребляемая прибором от сети, не более 10 Вт.

1.2.21 Прибор обеспечивает обмен информацией с персональным компьютером (ПК) по интерфейсу USB.

1.2.22 Прибор соответствует требованиям по электромагнитной совместимости, установленным СТБ ГОСТ Р 51522:

- уровень индустриальных радиопомех, создаваемых прибором, соответствует требованиям ГОСТ CISPR 11 для оборудования класса В, группы 1;
- электростатические разряды, испытательный уровень 2, критерий качества функционирования В по СТБ IEC 61000-4-2;
- динамические изменения напряжения электропитания (провалы напряжения, прерывания напряжения, выбросы напряжения), класс 2, критерий качества функционирования А по СТБ МЭК 61000-4-11;
- наносекундные импульсные помехи (пачки), испытательный уровень 2, критерий качества функционирования А по ГОСТ IEC 61000-4-4;
- микросекундные импульсы большой энергии, класс условий эксплуатации 2, критерий качества функционирования А по ГОСТ IEC 61000-4-5;
- излучаемое радиочастотное электромагнитное поле, обстановка 2, критерий качества функционирования А по ГОСТ IEC 61000-4-3;
- кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями, класс 2, критерий качества функционирования А по СТБ IEC 61000-4-6.

1.2.23 Масса прибора не более 1,5 кг.

Масса прибора с упаковкой не более 5 кг.

1.2.24 Габаритные размеры прибора не более 222 х 109 х 35 мм.

1.2.25 Содержание серебра – 0,125500 г.

1.3 Состав комплекта поставки

1.3.1 Прибор поставляется в комплекте, указанном в таблице 1.6.

Таблица 1.6

Обозначение	Наименование	Коли-чество	Примечание
УШЯИ.411218.015	Измеритель иммитанса Е7-25	1	
GS18E05-P1J	Адаптер сетевой*	1	Для включения прибора в сеть
УШЯИ.685631.127	Устройство присоединительное УП-1	1	Для подключения объектов измерения
УШЯИ.685631.126	Устройство присоединительное УП-2	1	
УШЯИ.685631.130	Устройство присоединительное УП-4**	1	Для подключения SMD компонентов
УШЯИ.685631.112	Кабель**	4	Для подключения мер сопротивления Н2-1
УШЯИ.305641.055	Упаковка	1	
УШЯИ.305647.298	Упаковка	1	
SCUB-1.5	Кабель USB A-B	1	Для подключения прибора к персональному компьютеру
УШЯИ.411218.015 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
МРБ МП.1806–2008	Методика поверки	1	В редакции с изменением № 2
* Допускается замена на GST18E05-P1J и GSM18E05-P1J. **Поставляется по отдельному заказу.			

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Структурная схема прибора приведена на рисунке 1.2.

Основные части прибора:

- генератор;
- измерительная часть;
- аппаратная часть векторного вольтметра;
- микроконтроллер;
- индикатор;
- клавиатура.

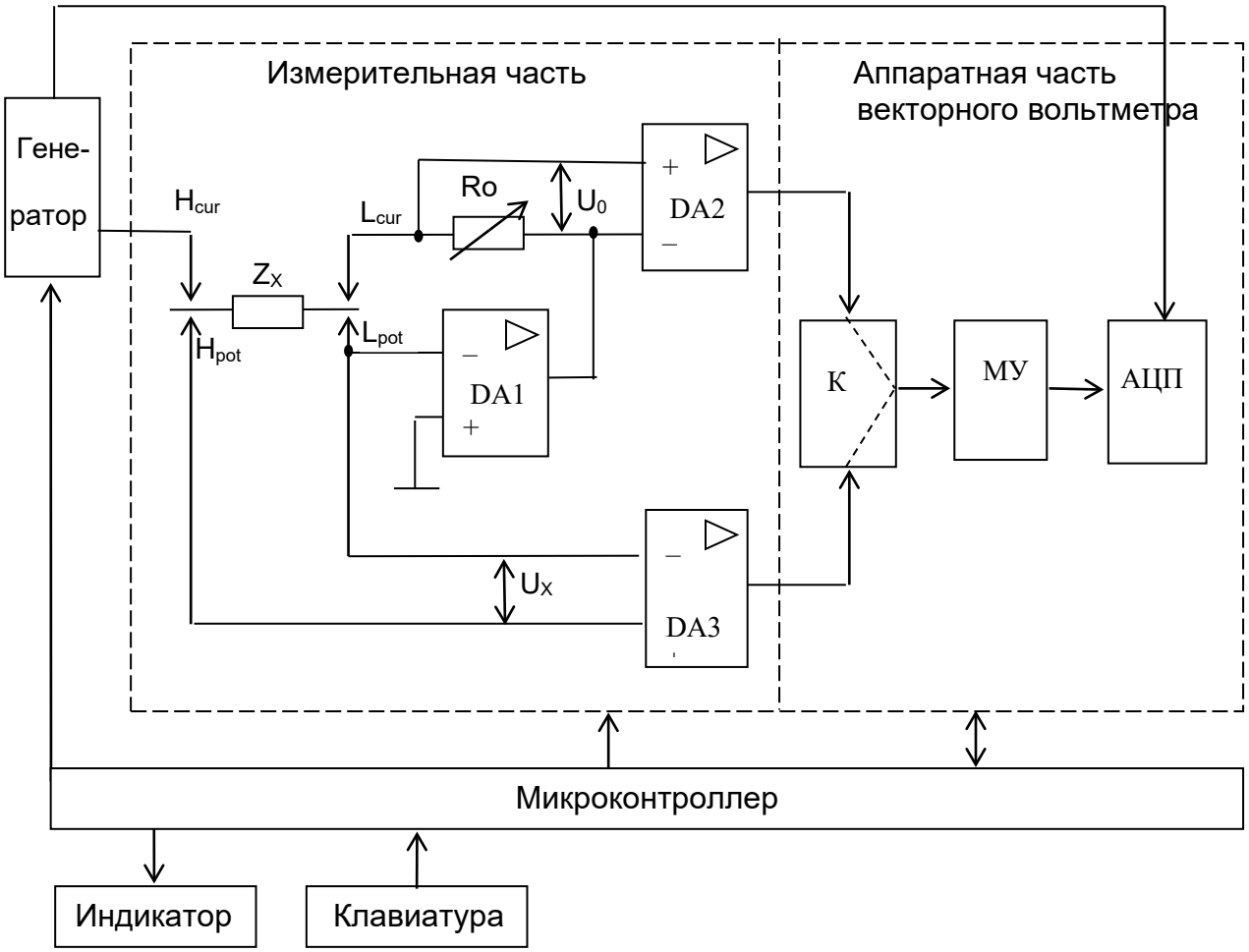


Рисунок 1.2 – Структурная схема прибора

Генератор позволяет получить измерительный сигнал синусоидальной формы с малыми нелинейными искажениями и регулируемой амплитудой в диапазоне частот от 25 Гц до 1 МГц, а также прямоугольный сигнал для запуска АЦП, синхронизированный с частотой измерительного сигнала.

Измерительная часть состоит из объекта измерения Z_X, усилителя DA1, меры активного сопротивления R_0 и дифференциальных усилителей DA2, DA3.

Усилитель DA1 поддерживает на своем инвертирующем входе напряжение, близкое к нулю (виртуальный нуль). Под действием напряжения генератора через объект измерения и сопротивление внутренней меры R_0 протекает один и тот же ток. В результате, на объекте измерения и сопротивлении R_0 создаются два напряжения – U_X и U_0. Очевидно, что в соответствии с законом Ома, отношение этих напряжений будет равно отношению сопротивлений или:

$$Z_X = R_0 \cdot \frac{U_X}{U_0} \qquad (1.1)$$

Измерение напряжений U_X, U_0 проводится аппаратно-программным векторным вольтметром.

Аппаратная часть векторного вольтметра состоит из коммутатора (К), масштабного усилителя (МУ) и аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Результаты измерений АЦП поступают в микроконтроллер, который, в соответствии с формулой 1.1, рассчитывает результат измерения.

Результат измерения индицируется на индикаторе, на который также выводится информация о размерности результата измерения, рабочей частоте, измерительных режимах и т.д.

Оператор управляет процессом измерения при помощи клавиатуры.

Прибор измеряет параметры комплексного сопротивления на восьми десятичных пределах измерений |Z| (рисунок 1.3). Для перехода с одного предела измерения на другой производится изменение сопротивления внутренней меры R_0 в цепи обратной связи DA1 и изменение усиления масштабного усилителя.

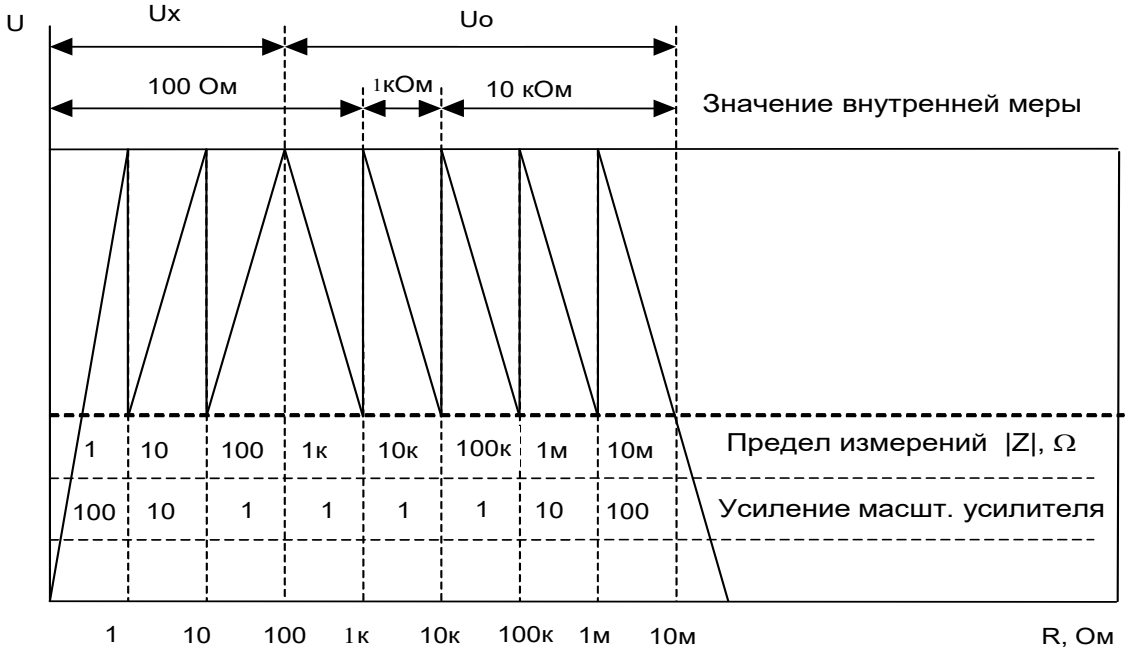


Рисунок 1.3 – Пределы измерений |Z|

На пределах измерений |Z| 1 Ом, 10 Ом, 100 Ом измерения проводятся в режиме заданного тока. На пределах измерений |Z| 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм измерения проводятся в режиме заданного напряжения.

Прибор выполнен в пыле-брызгозащищенном ударопрочном алюминиевом корпусе, представляющем собой прессованный профиль замкнутого сечения с отлитыми торцевыми крышками и уплотнительными элементами из ПВХ-пластиката. Внутри корпуса прибора находятся две печатные платы, которые фиксируются в корпусе в направляющих пазах. Встроенный аккумулятор находится в отсеке, расположенном под левой торцевой крышкой корпуса. На правой торцевой крышке прибора крепится откидывающийся упор для фиксации прибора в наклонном положении.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка выполнена на передней панели и задней стенке прибора и содержит:

- наименование и тип прибора, товарный знак изготовителя;
- Знак утверждения типа средств измерений;
- единый Знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного союза (ЕАС);
- порядковый номер по системе нумерации изготовителя, год изготовления;
- надпись «СДЕЛАНО В БЕЛАРУСИ».

Маркировка сетевого адаптера имеет символ ⧈ .

Маркировка наносится краской методом офсетной печати.

1.5.2 Маркировка на упаковке выполнена в соответствии с ГОСТ 14192-96 типографским способом на этикетках и содержит:

- манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх»;
- наименование и тип прибора, товарный знак изготовителя, знак ЕАС;
- наименование изготовителя и его адрес;
- обозначение ТУ;
- порядковый номер по системе нумерации изготовителя, дату изготовления, штамп ОТК, массы брутто и нетто;
- габаритные размеры упаковки;
- надпись «СДЕЛАНО В БЕЛАРУСИ».

1.5.3 Пломбирование прибора выполнено оттиском клейма ОТК и поверителя на одном из двух крепежных винтов каждой торцевой крышки.

1.6 Упаковка

1.6.1 Распаковывание прибора проводить в следующей последовательности:

- удалить клеевую ленту на верхней крышке коробки;
- открыть коробку;
- вынуть руководство по эксплуатации и методику поверки;
- вынуть прибор и принадлежности.

Распаковывание прибора закончено.

Упаковывание производят в последовательности, обратной описанной выше.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Подготовка прибора к использованию

2.1.1 Общие указания

Перед началом работы с прибором необходимо изучить все разделы РЭ.

После приобретения прибора или длительного его хранения следует проверить отсутствие видимых механических повреждений, четкость маркированных надписей, чистоту разъемов.

Провести проверку комплектности прибора на соответствие 1.3.

При эксплуатации прибора возможны ситуации, когда измеряемый параметр выходит за пределы его измерения прибором в установленном режиме. В этом случае на индикаторе прибора появляется сообщение о перегрузке «--------».

При измерении параметров объектов с большим $|Z|$ на частотах, близких к частоте питающей сети 50 Гц, может возрасти нестабильность показаний прибора из-за сетевых наводок на объект измерений. Для уменьшения влияния наводок объект измерений необходимо поместить в экран, соединенный с корпусной клеммой присоединительного устройства.

Программное обеспечение прибора требует корректной работы пользователя. В случае неправильных действий возможны ситуации, когда прибор не реагирует на нажатие кнопок на передней панели. В этих случаях следует выключить прибор и через 5-10 с включить его.

2.1.2 Меры безопасности

2.1.2.1 По требованиям безопасности прибор соответствует требованиям ГОСТ IEC 61010-1-2014.

2.1.2.2 Прибор соответствует классу III по степени защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75 Сетевой адаптер из комплекта поставки прибора соответствует классу II по степени защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Изоляция между цепями сети и цепями выходного напряжения сетевого адаптера выдерживает в течение 1 мин без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение переменного тока 2300 В (среднеквадратическое значение) частотой 50 Гц.

2.1.2.3 Прибор не оказывает вредного воздействия на окружающую среду при соблюдении правил эксплуатации, изложенных в РЭ.

2.1.2.4 Прибор соответствует требованиям пожарной безопасности, установленным ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ IEC 60950-1-2014.

Вероятность возникновения пожара не превышает 10^{-6} в год.

2.1.2.5 Прибор имеет аппарат защиты при ненормальных условиях работы (перегрузках, перегреве, токах короткого замыкания и т.д.).

2.1.3 Заряд встроенного аккумулятора

2.1.3.1 Заряд встроенного аккумулятора необходимо провести в следующих случаях:

- если при нажатии на кнопку ⏻ прибор не включается (при отключенном от прибора сетевом адаптере);
- если изображение батарейки на индикаторе начнет мигать;
- если предполагается длительная работа с прибором;
- один раз в месяц, даже если прибор не работал.

Глубокий разряд может привести к повреждению аккумулятора. Поэтому должно соблюдаться общее правило: литий-ионные аккумуляторы любят скорее находиться в заряженном состоянии, чем в разряженном, и заряжать их можно в любое время, не дожидаясь разряда.

Заряд встроенного аккумулятора необходимо проводить от сети переменного тока напряжением 230 В с помощью сетевого адаптера, входящего в комплект поставки. При заряде прибор должен находиться во включенном состоянии. Сетевой адаптер необходимо подключить к гнезду **⎓ 5V** и включить в сеть. По мере заряда затемненная область изображения батарейки на экране будет расти. Время заряда полностью разряженного аккумулятора составляет около 5 ч. Время непрерывной работы прибора от встроенного аккумулятора после его полной зарядки – до 6 ч.

2.1.4 Опробование

2.1.4.1 Проверка функционирования прибора

С целью уменьшения помех опробование рекомендуется производить в режиме работы прибора от встроенного аккумулятора (сетевой адаптер не подключен).

Проверку функционирования прибора проводят в следующей последовательности:

- к прибору подключают УП-2 из комплекта прибора, зажимы УП-2 разводят в стороны;
- включают прибор;
- проводят коррекцию нуля холостого хода согласно 2.2.8.17. При помощи кнопки **LCR** на передней панели устанавливают измеряемый параметр C_p – электрическая емкость (параллельная схема замещения).
- по индикатору прибора фиксируют значения параметра C_p;
- закорачивают зажимы УП-2 перемычкой. Проводят коррекцию нуля короткого замыкания согласно 2.2.8.17. При помощи кнопки **LCR** на передней панели устанавливают измеряемый параметр, R_s – активное сопротивление (последовательная схема замещения).
- по индикатору прибора фиксируют значения параметра R_s.

2.2 Использование прибора

2.2.1 Органы управления

2.2.1.1 Расположение органов управления представлено на рисунке 2.1.

Назначение органов управления приведено в таблице 2.1.

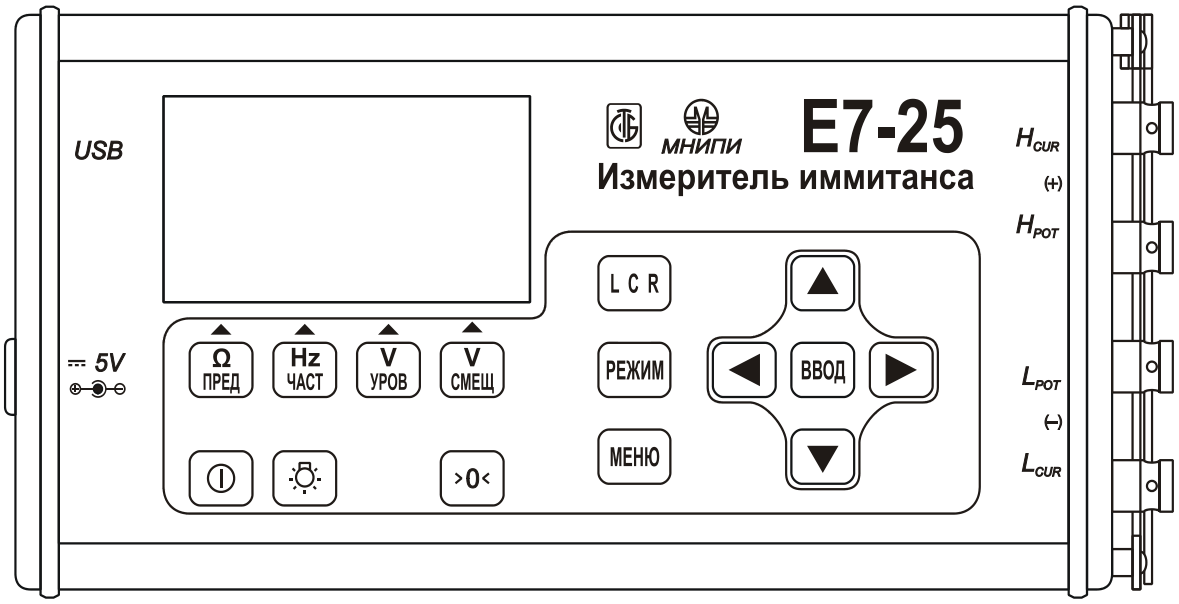


Рисунок 2.1 – Расположение органов управления

Таблица 2.1

Маркировка	Назначение	
	Графический жидкокристаллический индикатор, визуальное отображение результата измерений и вспомогательной информации	
ПРЕДΩ	Кнопка. Активизация поля 3 индикатора	
ЧАСТ Hz	Кнопка. Активизация поля 4 индикатора	
УРОВ V	Кнопка. Активизация поля 5 индикатора	
СМЕЩ V	Кнопка. Активизация поля 6 индикатора	
⏻	Кнопка. Включение/ выключение прибора	
🔆	Кнопка. Включение/ выключение подсветки индикатора	
>0<	Кнопка. Включение режима компенсации нуля	
LCR	Кнопка. Выбор пары измеряемых параметров: LQ, CD, RQ, $\lvert Z\rvert\ \varphi$. Выключение режима «Автовыбор параметра»	
РЕЖИМ	Кнопка. Выбор режима: измерение иммитансных параметров, измерение тока утечки, графический. Включение ражима «Автовыбор параметра». Программируется из режима «Меню»	
МЕНЮ	Кнопка. Вход в режим «Меню», выход из режима «Меню»	
◀, ▶	2 кнопки. Прокрутка влево/вправо	
▲, ▼	2 кнопки. Прокрутка вверх/вниз	
ВВОД	Кнопка. Активизация выбранной позиции. Запуск измерения в режиме ручного запуска. Сохранение иммитансных параметров	
H_{CUR}	Розетка. Высокий уровень, токовый выход	Подключение УП-1, УП-2, УП-4 и кабелей УШЯИ.685631.112
H_{POT}	Розетка. Высокий уровень, потенциальный вход	
L_{POT}	Розетка. Низкий уровень, потенциальный вход	
L_{CUR}	Розетка. Низкий уровень, токовый выход	
USB	Розетка. Подключение интерфейсного кабеля	
⎓ 5V	Розетка. Подключение сетевого адаптера	

2.2.2 Функции меню

2.2.2.1 Структура и функции меню приведены в таблице 2.2.

Меню обеспечивает выбор требуемого режима работы. Для этого необходимо нажать кнопку **МЕНЮ**, с помощью кнопок ▲, ▼ осуществить прокрутку меню до требуемого пункта, после чего нажать кнопку **ВВОД**. Операция прокрутки и нажатие кнопки **ВВОД** повторяются необходимое, для выбора требуемого режима, количество раз.

Таблица 2.2

Иерархия меню			Назначение режима
Измерения	Иммитанс	Стандарт	Измерение иммитансных параметров
		Запуск	Выбор автоматического/ ручного вида запуска
		Параметр	Выбор измеряемых иммитансных параметров
		Автовыбор парам.	Включение/ выключение режима «Автовыбор параметра»
		Схема замещения	Выбор последовательной/ параллельной схемы замещения
		Доп. контроль	Допусковый контроль. Измерение процентного отклонения
	Ток		Измерение тока утечки
	Частотный анализ		Измерение иммитансных параметров в диапазоне частот с выдачей результата в виде графика
Установки	Скорость изм.		Установка скорости измерений
	Частота		Установка рабочей частоты и шага перестройки
	Память	Запись	Сохранение результатов измерений иммитансных параметров в памяти
		Просмотр	Просмотр записанных в память значений
		Очистка	Очистка памяти
Прибор	Режим		Сохранение текущих настроек в энергонезависимой памяти. Программирование кнопки **РЕЖИМ**
	Часы		Установка времени
	Контрастность		Установка контрастности
	Калибровка	Иммитанс	Калибровка иммитансных параметров изготовителем и в сервисных центрах
		Ток	Калибровка по току утечки изготовителем и в сервисных центрах

2.2.3 Функции индикатора

2.2.3.1 Вид индикатора в режиме измерения иммитансных параметров представлен на рисунке 2.2.

Назначение полей индикатора приведено в таблице 2.3

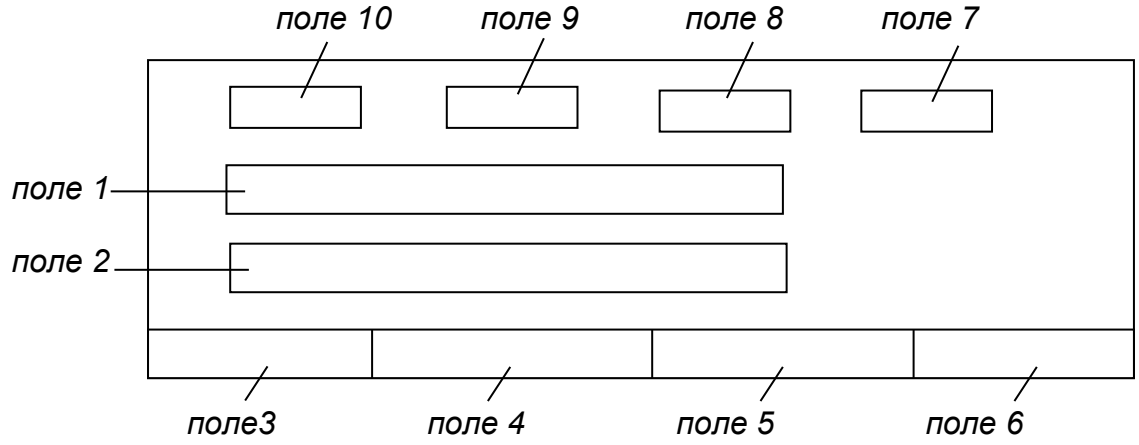
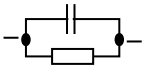


Рисунок 2.2 – Вид индикатора

Таблица 2.3

Номер поля	Назначение
1, 2	Вывод значения измеряемых параметров
3…6	Многофункциональные поля для вывода значений установленных параметров. Активное состояние одного из полей устанавливается кнопкой, расположенной непосредственно под этим полем и индицируется изменением фона. В активном состоянии окна, отображаемые в нем значения могут изменяться оператором кнопками прокрутки
7	Индикация состояния встроенного аккумулятора. Заряженному состоянию аккумулятора соответствует темный фон, разряженному – светлый.
8	Указывает скорость измерений (Быстро, Норма, Медленно), количество усредняемых измерений, наличие режима «Запись»
9	Указывает на включение режима «Автовыбор параметра» (индикацией символа C_a или L_a)
10	Указывает вид схемы замещения Символ « –⏦▭– » – последовательная схема замещения. Символ «  » – параллельная схема замещения

2.2.4 Измерение пятизажимных объектов

2.2.4.1 Пятизажимные объекты (например, образцовые меры сопротивления Н2-1) подключаются к прибору при помощи кабелей УШЯИ.685631.112 с соблюдением маркировки. Перед началом измерений образцовых мер Н2-1 необходимо провести коррекцию нуля согласно 2.2.8.17. Коррекция нуля х.х. производится по калибратору нуля проводимости, а коррекция нуля к.з. – по калибратору нуля сопротивления из комплекта мер.

2.2.5 Измерение с УП-1

2.2.5.1 УП-1 предназначено для подключения объектов измерения преимущественно с аксиальными выводами. Выводы объекта вставляются в контактные зажимы, каждый из которых состоит из двух пружинных контактов. При подключении объектов к УП-1 следует обращать внимание на то, чтобы с каждым из выводов объекта контактировали оба пружинных контакта. При отсутствии контакта хотя бы с одной из пружин нарушается конфигурация измерительной цепи и измерение получается ошибочным.

Для обеспечения возможности измерения трехзажимных объектов на УП-1 установлена корпусная клемма.

Перед проведением измерений с УП-1 необходимо установить нужное расстояние между контактными зажимами и произвести коррекцию нуля х.х. при отсутствии измеряемого объекта, а также коррекцию нуля к.з. при закороченных перемычкой контактных зажимах, как указано в 2.2.8.17.

2.2.6 Измерение с УП-2, УП-4

2.2.6.1 УП-2 рекомендуется применять для измерения объектов, конструкция которых не обеспечивает удобства их подключения к УП-1.

Так как изменение положения зажимов приводит к изменению собственной индуктивности УП-2, его рекомендуется использовать только в тех случаях, когда изменением индуктивности УП-2 можно пренебречь, а также на частотах не выше 100 кГц.

УП-2 подключают к прибору в соответствии с маркировкой.

Перед измерениями с использованием УП-2 необходимо провести коррекцию нуля х.х. и к.з., как указано в 2.2.8.17, при этом коррекция нуля х.х. проводится при отсутствии измеряемого объекта, а коррекция нуля к.з. – при закороченных перемычкой зажимах, расположенных вплотную.

При измерении объектов трехзажимной конструкции экранный вывод объекта подключают к корпусному выводу УП-2.

Для измерения параметров компонентов для поверхностного монтажа к прибору подключают УП-4 в соответствии с маркировкой.

Перед измерениями с использованием УП-4 необходимо провести коррекцию нуля х.х. и к.з., как указано в 2.2.8.17, при этом коррекция нуля х.х. проводится при разомкнутых зажимах УП-4, а коррекция нуля к.з – при замкнутых зажимах УП-4.

2.2.7 Измерение трехзажимных объектов

2.2.7.1 Трехзажимный объект может быть представлен треугольником комплексных сопротивлений (рисунок 2.3).

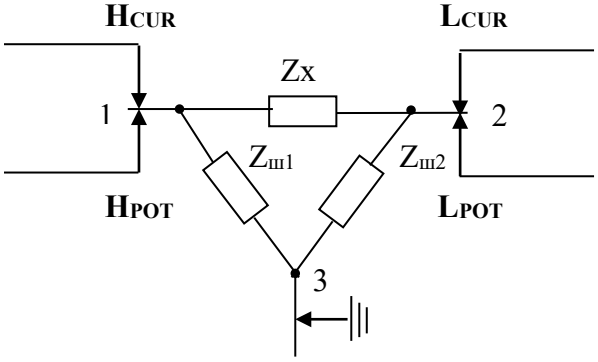


Рисунок 2.3 – Схема подключения трехзажимного объекта

Комплексное сопротивление Zx является собственно измеряемым, $Z_{ш1}$ и $Z_{ш2}$ – шунтирующие комплексные сопротивления, точки 1, 2 подключаются к зажимам присоединительных устройств, точка 3 – к корпусному выводу. Шунтирующие комплексные сопротивления могут быть в виде сосредоточенных L, C, R – элементов или в виде конструктивных емкостей, утечек по материалу конструкции. Типичные примеры трехзажимных объектов показаны на рисунках 2.4-2.8.

Погрешности измерений соответствуют значениям, приведенным в таблицах 1.2, 1.4, если выполняются следующие условия:

- модуль комплексного сопротивления $|Z_{ш1}| \geq 1$ кОм;
- модуль комплексного сопротивления $|Z_{ш2}| \geq 100$ кОм на пределах измерений 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм; $|Z_{ш2}| \geq 10$ кОм на пределе 10 кОм; $|Z_{ш2}| \geq 1$ кОм на пределах 1 Ом, 10 Ом, 100 Ом, 1 кОм;
- сопротивление постоянному току шунта $Z_{ш2} \geq 1$ кОм.

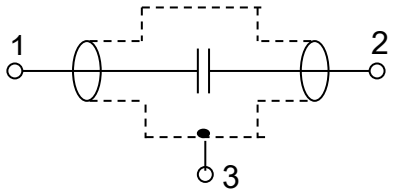


Рисунок 2.4 – Экранированный конденсатор

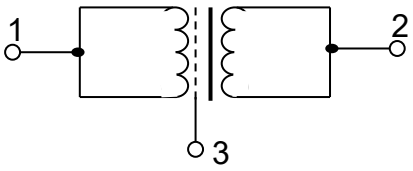


Рисунок 2.5 – Емкость между экранированными обмотками трансформатора

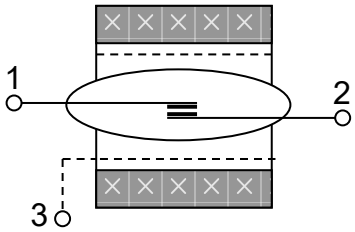


Рисунок 2.6 – Проходная емкость между контактами реле на магнитоуправляемых контактах

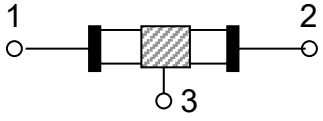


Рисунок 2.7 – Проходной иммитанс резистора или конденсатора с влагозащитным пояском

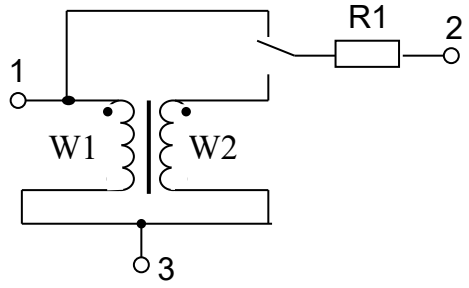


Рисунок 2.8 - Схема для определения фазировки обмоток и коэффициента трансформации трансформатора

2.2.8 Выбор режима работы прибора

2.2.8.1 Выбор измеряемого параметра

Выбор вида измеряемого иммитансного параметра осуществляется кнопкой **LCR** или из меню.

С помощью кнопки **LCR** можно выбрать любую пару параметров: LQ, CD, RQ, $|Z|\varphi$. При этом параметры C, L, R, $|Z|$ выводятся в поле 1, а параметры D, Q, φ – в поле 2 индикатора (рисунок 2.2).

Для выбора измеряемых параметров с помощью меню необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Измерение», «Иммитанс», «Параметр». В открывшемся окне кнопками прокрутки выделить необходимые параметры и нажать кнопку **ВВОД**. При этом выбранный из верхней строки параметр отображается в поле 1, а параметр, выбранный из нижней строки – в поле 2 индикатора.

2.2.8.2 Установка рабочей частоты

Для установки рабочей частоты необходимо нажать кнопку **ЧАСТ** и кнопками прокрутки установить заданное значение (кнопки ◄, ► – грубая прокрутка, кнопки ▲, ▼ – точная установка). Значение частоты отображается в поле 4 индикатора. Шаг перестройки частоты:

- 1 Гц в диапазоне от 25 до 100 Гц;
- 10 Гц в диапазоне свыше 100 Гц до 1 кГц;
- 100 Гц в диапазоне свыше 1 Гц до 10 кГц;
- 1 кГц в диапазоне свыше 10 Гц до 100 кГц;
- 10 кГц в диапазоне свыше 100 кГц до 1 МГц.

Для установки рабочей частоты с помощью меню необходимо нажатием кнопки **ВВОД** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Установки», «Частота». В открывшемся окне «Установка F» кнопками, расположенными непосредственно под индикатором и кнопками прокрутки, установить заданное значение рабочей частоты и шаг перестройки и нажать кнопку **ВВОД**. Шаг перестройки рабочей частоты из режима «Меню» – 1 Гц.

2.2.8.3 Установка напряжения измерительного сигнала

Для установки напряжения измерительного сигнала необходимо нажать кнопку **УРОВ**, после чего кнопками ▲, ▼ установить заданное значение напряжения в поле 5 индикатора. Напряжение измерительного сигнала на объекте измерений U_X, В, (рисунок 2.9) определяют по формуле

$$U_X = U_Г \frac{|Z|}{|R_{вых} + Z|}, \qquad (2.1)$$

где $U_Г$ – установленное значение напряжения, В;

$|Z|$ – модуль комплексного сопротивления объекта измерений, Ом;

Z – комплексное сопротивление объекта измерений, Ом;

$R_{вых}$ – выходное сопротивление генератора измерительного сигнала, равное 100 Ом.

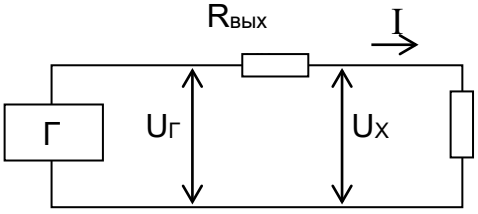


Рисунок 2.9 – Схема для определения напряжения измерительного сигнала и напряжения смещения на объекте измерений

2.2.8.4 Установка напряжения смещения

Напряжение смещения устанавливается при работе от сетевого адаптера, входящего в комплект поставки.

Для установки напряжения смещения необходимо нажать кнопку **СМЕЩ** и кнопками ◄, ► (грубо) или кнопками ▲, ▼ (плавно) установить в поле 6 индикатора заданное значение напряжения смещения.

ВНИМАНИЕ! ПОДКЛЮЧЕНИЕ И ОТКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕКТА ИЗМЕРЕНИЙ ПРОИЗВОДИТЬ ПРИ НУЛЕВОМ НАПРЯЖЕНИИ СМЕЩЕНИЯ. НЕСОБЛЮДЕНИЕ ЭТОГО ПРАВИЛА МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ОТКАЗУ ПРИБОРА.

Напряжение смещения на объекте измерений U_X, В, (рисунок 2.9) определяют по формуле

$$U_X = U_Г - I \cdot R_{вых}, \qquad (2.2)$$

где $U_Г$ – установленное значение напряжения смещения, В;

I – значение тока смещения, измеренное прибором, А;

$R_{вых}$ – выходное сопротивление источника напряжения смещения, равное 1100 Ом.

Время установления напряжения смещения на измеряемой емкости, с, определяют из выражения:

$$t_{уст} \approx 0{,}5 \cdot (0{,}1 + C_X) \cdot U_Г, \qquad (2.3)$$

где C_X – емкость измеряемого конденсатора, мФ;

$U_Г$ – установленное значение напряжения смещения, В.

Установка и работа с напряжением смещения проводится только при питании прибора от сетевого адаптера.

2.2.8.5 Выбор предела измерений $|Z|$

Для установки режима автоматического выбора предела измерений $|Z|$ (АВП) или режима ручного выбора предела измерений $|Z|$ необходимо нажать кнопку **ПРЕД** и установить кнопками прокрутки в поле 3 индикатора требуемый режим и предел. При этом кнопками ◄, ► осуществляется включение режима АВП, а кнопками ▲, ▼ – отключение режима АВП и ручная установка предела измерений $|Z|$.

2.2.8.6 Включение/выключение режима «Автовыбор параметра»

Включение режима «Автовыбор параметра» происходит автоматически при включении прибора. Выключение режима происходит при нажатии кнопки **LCR**.

Также включение/выключение режима «Автовыбор параметра» может производится с помощью меню. Для этого необходимо открыть меню нажатием кнопки **МЕНЮ**. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Измерение», «Иммитанс», «Автовыбор парам.». В открывшемся окне «Автовыбор парам.» выбрать нужный режим и нажать кнопку **ВВОД**.

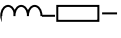
В режиме «Автовыбор параметра» прибор автоматически определяет вид подключенного объекта измерений и индицирует значения C, D, если объект емкостного характера, или L, Q, если объект индуктивного характера, или R, Q, если объект имеет преимущественно активное сопротивление.

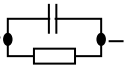
Включение режима «Автовыбор параметра» индицируется в поле 9 индикатора одним из символов: C_a, L_a, R_a.

2.2.8.7 Выбор схемы замещения

Выбор последовательной/параллельной схемы замещения производится с помощью меню. Для этого необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Измерение», «Иммитанс», «Схема замещения». В открывшемся окне кнопками прокрутки выделить нужный режим и нажать кнопку **ВВОД**.

Выбранная схема замещения отображается в поле 10 индикатора символами:

– «  » – последовательная схема замещения;

– «  » – параллельная схема замещения.

2.2.8.8 Допусковый контроль и процентное отклонение

Для установки режима допускового контроля и процентного отклонения необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Измерение», «Иммитанс», «Доп. контроль». В открывшемся окне «Установка ДК» с помощью четырех кнопок под индикатором и кнопок прокрутки установить на индикаторе вид (L, C или R), номинальное значение $A_{ном}$ и размерность заданного параметра, а также значения нижнего и верхнего допуска, в процентах. После осуществления требуемых установок в окне «Установка ДК» при нажатии кнопки **ВВОД** открывается окно допускового контроля и процентного отклонения.

В поле 1 индицируется измеренное значение параметра $A_{изм}$.

В поле 2 индицируется измеренное значение процентного отклонения, Δ, %, рассчитанное по формуле

$$\Delta = \frac{A_{изм} - A_{ном}}{A_{ном}} \cdot 100, \qquad (2.4)$$

Если значение Δ находится в поле допуска, то подается звуковой сигнал.

2.2.8.9 Измерение тока утечки

Для измерения тока утечки конденсатора необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Измерение», «Ток». Откроется окно измерения тока. Подключить с помощью УП-1 или УП-2 к прибору исследуемый конденсатор.

С помощью кнопок **СМЕЩ** и прокрутки установить в поле 6 индикатора заданное напряжение смещения (2.2.8.4). Снять результат измерения тока утечки. Кнопками прокрутки уменьшить напряжение смещения до нуля. Отключить конденсатор.

Выход из режима измерения тока утечки осуществляется нажатием кнопки **LCR**.

Примечание – Измерение тока утечки проводится только при питании прибора от сетевого адаптера.

2.2.8.10 Частотный анализ

Режим частотного анализа позволяет производить измерение иммитансных параметров в диапазоне частот с выдачей результата в виде графика.

Для включения режима частотного анализа необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Измерение», «Частотный анализ». В открывшемся окне можно выбрать один из пяти фиксированных диапазонов частот с логарифмическим масштабом или выбрать опцию «Настройка», где возможно установить любой частотный диапазон, установить любое количество (до 100) измеряемых точек и выбрать логарифмический или линейный масштаб по оси частот результирующего графика.

После произведенных настроек и нажатия кнопки **ВВОД** прибор начинает измерения в заданном диапазоне частот. После окончания измерений на индикатор выводится результат измерений в виде графика.

Анализ результата измерений производится с помощью маркера, который управляется кнопками ◄, ►.

Выбор анализируемого параметра осуществляется кнопкой **LCR** или из меню (2.2.8.1).

Для выхода из режима частотного анализа нажать кнопку **РЕЖИМ**.

2.2.8.11 Выбор вида запуска

Для выбора автоматического / ручного вида запуска необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Измерение», «Иммитанс», «Запуск». В открывшемся окне кнопками прокрутки выделить нужный режим и нажать кнопку **ВВОД**.

2.2.8.12 Установка скорости измерений

Для установки скорости измерений необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. Последовательно открыть подменю «Установки», «Скорость изм.». В открывшемся окне необходимо с помощью кнопок ▲, ▼ выделить нужную позицию из списка:

- Быстро;
- Норма;
- Медленно

и нажать кнопку **ВВОД**.

В поле 8 индикатора выводится сообщение о выбранном режиме.

Режим «Медленно» достигается усреднением результатов 10 измерений. При этом усредненный результат выводится на индикатор после каждого отдельного измерения. В режиме «Медленно» измеряемый параметр выводится на индикацию с чертой сверху, означающей усредненный результат, а в поле 10 индикатора выводится сообщение n = 1…10 о числе измерений, по которым проведено усреднение.

2.2.8.13 Программирование кнопки **РЕЖИМ**

Для программирования кнопки **РЕЖИМ** необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. Последовательно открыть подменю «Прибор», «Режим». В открывшемся окне представлен список режимов, устанавливаемых кнопкой **РЕЖИМ**:

+ Иммитанс;
+ Ток;
+ Граф. анализ;
– User 1;
– User 2.

С помощью кнопок ▲, ▼ и четырех функциональных кнопок под индикатором необходимо пометить знаком «+» режимы, которые будут доступны кнопкой **РЕЖИМ**.

User 1 и User 2 – два произвольных режима пользователя, которые могут быть сохранены в энергонезависимой памяти и сделаны (выбором знака «+») доступными кнопкой **РЕЖИМ**.

2.2.8.14 Установка времени и даты

Для установки времени и даты необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Прибор», «Часы». В открывшемся окне «Время/Дата» при помощи кнопок прокрутки установить текущее время, дату и нажать кнопку **ВВОД**.

2.2.8.15 Установка контрастности

Для установки контрастности индикатора необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Прибор», «Контрастность». В открывшемся окне «Контрастность» с помощью кнопок ◄, ► установить контрастность индикатора и нажать кнопку **ВВОД**.

2.2.8.16 Калибровка

Калибровка прибора производится изготовителем или в сервисных центрах, имеющих право на обслуживание прибора.

2.2.8.17 Коррекция нуля

В режиме измерения иммитансных параметров коррекция нуля позволяет скомпенсировать остаточные параметры используемого присоединительного устройства в режиме к.з. и х.х. на текущей рабочей частоте.

Для коррекции нуля в режиме к.з. необходимо нажать кнопку **>0<**. Откроется окно «к.з.». На место объекта измерений подключить перемычку (например, отрезок медного провода), после чего нажать кнопку **ВВОД**.

Для коррекции нуля в режиме х.х. необходимо нажать кнопку **>0<** два раза. Откроется окно «х.х.». Разомкнуть контактные зажимы присоединительного устройства, после чего нажать кнопку **ВВОД**.

В режиме измерения тока утечки для коррекции нуля необходимо нажать кнопку **>0<**. Откроется окно «х.х.». Разомкнуть контактные зажимы, после чего нажать кнопку **ВВОД**.

2.2.8.18 Интерфейс USB 2.0

Интерфейс USB 2.0 служит для передачи данных между прибором и компьютером, и позволяет осуществлять дистанционное программирование всех измерительных функций прибора.

Подключение прибора к компьютеру осуществляется с помощью интерфейсного кабеля из комплекта прибора.

В приборе интерфейс USB реализован на базе микросхемы CP2103 фирмы Silicon Laboratories. Для взаимодействия с прибором на PC необходимо установить драйвер SINGLE-CHIP USB TO UART BRIDGE, который можно свободно скачать с сайта производителя.

При отсутствии связи прибора с PC необходимо установить драйвер LifeScan USB Device Driver vSL3.0 с сайта.

2.2.8.19 Сохранение результатов измерений в памяти

Прибор позволяет сохранять до 100 результатов измерений иммитансных параметров. Сохранение текущего результата измерения в памяти производится в режиме «Запись» нажатием кнопки **ВВОД**.

Для включения / выключения режима «Запись» необходимо нажатием кнопки **МЕНЮ** открыть меню. С помощью кнопок **ВВОД**, ▼ последовательно открыть подменю «Установки», «Память», «Запись». В открывшемся окне кнопками ▲, ▼ установить переключатель «Вкл / выкл» в нужное положение и нажать кнопку **ВВОД**. Включение режима «Запись» индицируется в поле 8 изображением дискеты.

Для просмотра записанных в память значений необходимо открыть подменю «Просмотр».

Для очистки памяти необходимо открыть подменю «Очистка». Используя пояснение на индикаторе, кнопкой под индикатором выбрать опцию «Да» (или «Нет» для выхода из подменю «Очистка»).

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Техническое обслуживание прибора проводят с целью поддержания его в постоянной готовности и для надежной работы в течение длительного периода эксплуатации.

3.2 Техническое обслуживание заключается в проведении профилактических работ не реже одного раза в месяц.

3.3 Профилактические работы проводятся на месте эксплуатации и включают в себя:

- внешний осмотр;
- проверку комплекта прибора на соответствие 1.6;
- удаление пыли и грязи с наружных поверхностей прибора и его принадлежностей;
- заряд встроенного аккумулятора в соответствии с 2.1.3.

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1 Перечень возможных неисправностей прибора и рекомендации по их устранению приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Способ устранения
При работе от встроенного аккумулятора прибор не включается или на индикаторе постоянно индицируется сообщение bat 00	Встроенный аккумулятор разряжен ниже установленного уровня	Зарядить аккумулятор как указано в 2.1.3 и повторно включить прибор. Если безрезультатно, то отправить прибор в ремонт
При подключенном УП-2 (УП-4) прибор не работает	УП-2 (УП-4) неисправно	Проверить работу прибора без УП-2 (УП-4). Вместо УП-2 (УП-4) подключить к прибору УП-1. Если прибор снова не работает, то неисправен прибор. Если прибор работает, то неисправно УП-2 (УП-4). Неисправный прибор или УП-2 (УП-4) необходимо отправить в ремонт

5 ХРАНЕНИЕ

5.1 До введения в эксплуатацию прибор хранится на складе в упаковке изготовителя при температуре окружающего воздуха от плюс 5 °С до плюс 40 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре плюс 25 °С без конденсации влаги.

5.2 Прибор без упаковки хранится при температуре окружающего воздуха от плюс 10 °С до плюс 35 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре плюс 25 °С.

5.3 В помещении для хранения прибора содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150-69.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

6.1 Прибор в упаковке изготовителя допускает транспортирование в закрытых транспортных средствах любого наземного транспорта и в отапливаемых герметизированных отсеках самолета.

6.2 Предельные климатические условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха – от минус 30 °С до плюс 55 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха – не более 95 % при температуре плюс 25 °С.

6.3 Размещение и крепление в транспортном средстве упакованных приборов должно обеспечить их устойчивое положение и не допускать перемещение во время транспортирования.

7 УТИЛИЗАЦИЯ

7.1 Прибор не содержит опасных для жизни и вредных для окружающей среды веществ. Утилизация производится в порядке, принятом потребителем.

8 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

8.1 Изготовитель гарантирует соответствие прибора основным параметрам и техническим характеристикам, установленным в настоящем РЭ, при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок хранения – 6 мес с момента отгрузки прибора.

Гарантийный срок эксплуатации – 24 мес со дня ввода в эксплуатацию.

8.2 Действие гарантийных обязательств прекращается:

- при истечении гарантийного срока хранения, если прибор не введен в эксплуатацию до его истечения;
- при истечении гарантийного срока эксплуатации, если прибор введен в эксплуатацию до истечения гарантийного срока хранения.

Гарантийный срок эксплуатации продлевается на период со дня подачи рекламации до введения прибора в эксплуатацию силами изготовителя.

8.3 Гарантийное и послегарантийное обслуживание прибора осуществляется предприятиями, перечень которых приведен в приложении Б.

9 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

9.1 Измеритель иммитанса Е7-25, заводской номер _____

упакован ОАО «МНИПИ»
(наименование или код изготовителя)

согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

_____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
год, месяц, число

10 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

10.1 Измеритель иммитанса Е7-25, заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, ТУ BY 100039847.090-2008 и признан годным для эксплуатации.

Представитель ОТК

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
год, месяц, число

Первичная поверка проведена

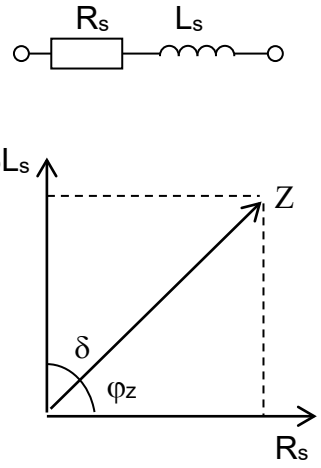
Поверитель

МК _____ _____ _____
личная подпись расшифровка подписи год, месяц, число

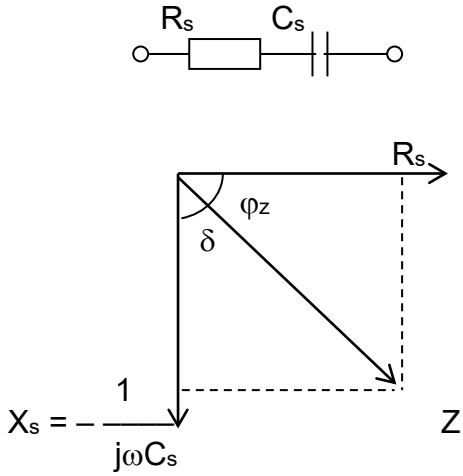
Приложение А
(справочное)

Параметры эквивалентных схем

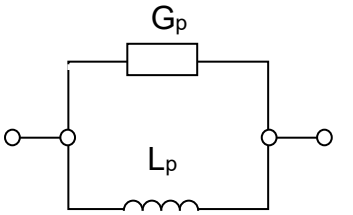
Эквивалентные схемы замещения измеряемого объекта и векторные диаграммы приведены на рисунке А.1.

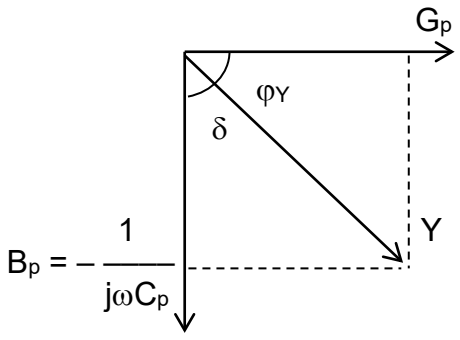


а) последовательная схема замещения индуктивности и векторная диаграмма комплексного сопротивления индуктивности

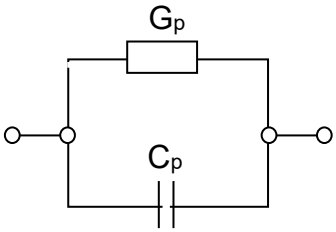


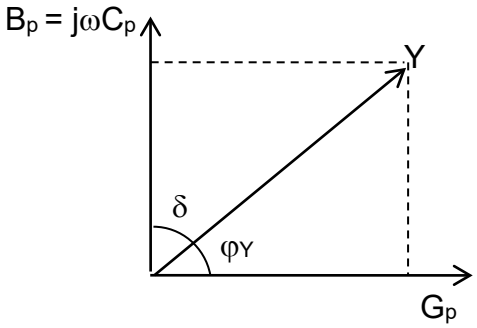
б) последовательная схема замещения емкости и векторная диаграмма комплексного сопротивления емкости





в) параллельная схема замещения индуктивности и векторная диаграмма комплексной проводимости индуктивности





г) параллельная схема замещения емкости и векторная диаграмма комплексной проводимости емкости

Рисунок А.1 – Эквивалентные схемы замещения

Соотношения иммитансных параметров приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Параметр	Последовательная эквивалентная схема	Параллельная эквивалентная схема
$\lvert Z\rvert$	$\lvert Z\rvert = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$	
$\lvert Y\rvert$	$\lvert Y\rvert = \sqrt{G_p^2 + B_p^2}$	
R	$R_s = ESR = \lvert Z\rvert \cos\varphi_z$	$R_p = EPR = \frac{1}{\lvert Y\rvert \cos\varphi_Y}$
X	$X_s = \lvert Z\rvert \sin\varphi_z$	—
G	—	$G_p = \lvert Y\rvert \cos\varphi_y$
B	—	$B_p = \lvert Y\rvert \sin\varphi_y$
L	$L_s = \frac{X_s}{\omega}$	$L_p = -\frac{1}{\omega B_p}$
C	$C_s = -\frac{1}{\omega X_s}$	$C_p = \frac{B_p}{\omega}$
D	$D = tg\,\delta = \frac{R_s}{\lvert X_s\rvert} = \frac{G_p}{\lvert B_p\rvert} = \frac{1}{Q}$	
Q	$Q = \frac{1}{D} = \frac{\lvert X_s\rvert}{R_s} = \frac{\lvert B_p\rvert}{G_p}$	
φ	$\varphi_z = -\varphi_Y$	

Примечание – $\lvert Z\rvert$ – модуль комплексного сопротивления;
$\lvert Y\rvert$ – модуль комплексной проводимости;
R – активное сопротивление;
X – реактивное сопротивление;
G – активная проводимость;
B – реактивная проводимость;
L – индуктивность;
C – емкость;
D – фактор потерь;
Q – добротность;
φ_z – угол фазового сдвига комплексного сопротивления;
φ_Y – угол фазового сдвига комплексной проводимости;
s – последовательная эквивалентная схема;
p – параллельная эквивалентная схема;
ESR – эквивалентное последовательное сопротивление;
EPR – эквивалентное параллельное сопротивление.

10 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

10.1 Измеритель иммитанса Е7-25, заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, ТУ BY 100039847.090-2008 и признан годным для эксплуатации.

Начальник ОТК

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

линия отреза при поставке на экспорт

Руководитель организации ТУ BY 100039847.090-2008
обозначение документа,
по которому производится поставка

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

Измеритель иммитанса Е7-25 выдержал приемо-сдаточные испытания в объеме ТУ BY 100039847.090-2008 и признан годным для эксплуатации.

Представитель заказчика

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

ЗАКАЗАТЬ