ЗАКАЗАТЬ

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИММИТАНСА

Е7-23

Руководство по эксплуатации

УШЯИ.411218.013 РЭ

Содержание

1 Описание и работа прибора ……..…….. 4
1.1 Назначение …… 4
1.2 Основные параметры и характеристики (свойства) …..……. 5
1.3 Состав комплекта поставки …… 9
1.4 Устройство и работа …… 9
1.5 Маркировка и пломбирование …… 11
1.6 Упаковка ……..….. 11
2 Подготовка к использованию …… 12
2.1 Меры безопасности …… 12
2.2 Подготовка к работе …… 12
2.3 Органы управления ……..…….. 13
3 Использование по назначению …… 15
3.1 Подготовка к проведению измерений …… 15
3.2 Проведение измерений …….. 15
4 Техническое обслуживание …… 22
5 Текущий ремонт …… 22
6 Хранение ..…… 22
7 Транспортирование…… 23
8 Утилизация …….. 23
9 Гарантии изготовителя……..…… 23
10 Свидетельство об упаковывании …… 24
11 Свидетельство о приемке …….. 25
12 Особые отметки …… 29
Приложение А Соотношения для расчета измеряемых параметров ……. 30
Приложение Б Перечень предприятий, осуществляющих гарантийное и послегарантийное обслуживание прибора ……. 33

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о принципе работы, устройстве и конструкции, характеристиках измерителя иммитанса Е7-23 (далее по тексту – прибор) и указания, необходимые для правильной и безопасной его эксплуатации.

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

Прибор соответствует ТУ BY 100039847.060-2005 «Измеритель иммитанса Е7-23».

Внешний 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 Е7-23. Внешний вид

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ПРИБОРА

1.1 Назначение

1.1.1 Прибор предназначен для измерения емкости, индуктивности, активного и реактивного сопротивления, проводимости, тангенса угла потерь, добротности, модуля комплексного сопротивления, угла фазового сдвига комплексного сопротивления и тока утечки электрорадиоэлементов (ЭРЭ) на частотах 100 Гц, 1; 10 кГц.

1.1.2 Прибор может быть использован для измерения электрических параметров 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 ± 1) Гц.

1.1.4 По условиям применения прибор относится к группе 5 ГОСТ 22261-94 за исключением рабочих условий 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 60 до 106,7 (от 460 до 800).

Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха, °С — плюс (20 ± 2);
- относительная влажность окружающего воздуха, % — от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) — от 60 до 106,7 (от 460 до 800).

1.1.5 Прибор соответствует требованиям по электромагнитной совместимости и радиопомехам.

Уровень радиопомех, создаваемых прибором, не превышает значений, указанных в СТБ ГОСТ Р 51522-2001, СТБ EN 55011-2012 для оборудования класса Б.

Прибор устойчив к электростатическим разрядам и соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51522-2001, СТБ IEC 61000-4-2-2011 (испытательное напряжение 4 кВ, контактный и воздушный разряд. Критерий качества функционирования В).

Прибор устойчив к динамическим изменениям напряжения в цепях электропитания и соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51522-2001, СТБ МЭК 61000-4-11-2006 (провалы до 0 на 0,5 периода, провалы до 0 на 1 период – критерий качества функционирования В. Провалы до 70 % от напряжения сети на 25 периодов, прерывания до 0 на 250 периодов – критерий качества функционирования С.).

Прибор устойчив к наносекундным импульсным помехам и соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51522-2002-2001, СТБ МЭК 61000-4-4-2006 (порт электропитания переменного тока, защитного заземления. Амплитуда импульса ±1,0 кВ. Критерий качества функционирования В).

Прибор устойчив к микросекундным импульсным помехам большой энергии и соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51522-2001, ГОСТ IEC 61000-4-5-2014 (подача помехи по схеме «провод-провод» – амплитуда импульса ±0,5 кВ. Подача помехи по схеме «провод-земля» – амплитуда импульса ±1,0 кВ. Критерий качества функционирования В).

Прибор устойчив к радиочастотному электромагнитному полю и соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51522-2001, СТБ IEC 61000-4-3-2009 (испытательный

уровень 3 В/м. Критерий качества функционирования А).

Прибор устойчив к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотным электромагнитным полем, и соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51522-2001, СТБ IEC 61000-4–6-2009 (испытательный уровень 3 В. Критерий качества функционирования А).

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;
- реактивное сопротивление – X_s;
- проводимость – G_p;
- тангенс угла потерь – $\operatorname{tg}\delta$;
- добротность – Q;
- модуль комплексного сопротивления – $|Z|$;
- угол фазового сдвига комплексного сопротивления – φ;
- ток утечки – I.

Примечания

1 L_p, C_p, R_p, G_p (L_s, C_s, R_s, X_s) – измеряемые параметры при параллельной (последовательной) схеме замещения. Используемые эквивалентные схемы замещения и формулы для расчета параметров схем замещения приведены в приложении А.

2 Допускается для измеряемого параметра $\operatorname{tg}\delta$ использовать обозначение D (фактор потерь).

1.2.2 Диапазоны измерений соответствуют величинам, указанным в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Параметр	Диапазон измерений
R_s, R_p, X_s, $\|Z\|$	От 10^{-4} до 10^{8} Ом
L_s, L_p	От 10^{-8} до 10^{4} Гн
C_s, C_p	От 10^{-14} до 10^{-1} Ф
G_p	От 10^{-9} до 10 См
D, Q	От 10^{-3} до 10^{3}
φ	От минус 180,0 до плюс 179,9°
I	От 0,1 мкА до 1 мА

Классы точности С и М по ГОСТ 25242-93.

1.2.3 Пределы допускаемой относительной основной погрешности по $|Z|$, %, соответствуют величинам, определенным из формул (1.1), (1.2)

$$\delta_Z = \pm\kappa_F \cdot \kappa_U \cdot \kappa_T \left[c + d\left(\frac{|Z|_к}{|Z|} - 1\right)\right], \qquad (1.1)$$

$$\delta_Z = \pm\kappa_F \cdot \kappa_U \cdot \kappa_T \left[c + d\left(\frac{|Z|}{|Z|_н} - 1\right)\right], \qquad (1.2)$$

где c, d – коэффициенты из таблицы 1.2, $к_F$ – коэффициент из таблицы 1.3,
$к_U$ – коэффициент из таблицы 1.4, $к_T$ – коэффициент из таблицы 1.5,
$|Z|_к$, ($|Z|_н$) – конечное (начальное) значение диапазона измерений $|Z|$ из таблицы 1.2;
$|Z|$ – измеренное значение $|Z|$.

Таблица 1.2

Номер диапазона измерений $\|Z\|$	Диапазон измерений $\|Z\|$, Ом	Значение коэффициентов, входящих в формулы (1.1) и (1.2), %				Расчетная формула
		$\|Z\|_н$	$\|Z\|_к$	C	d	
1	От 10^6 до 10^8	10^6	–	1,0	0,2	(1.2)
2	От 10^5 до 10^6	10^5	–	0,3	0,03	
3	От 10^4 до 10^5	10^4	–	0,15	0,02	
4	От 10^3 до 10^4	10^3	–	0,15	0,02	
5	От 10^2 до 10^3	10^2	–	0,15	0,02	
6	От 10 до 10^2	–	10^2	0,15	0,02	(1.1)
7	От 1 до 10	–	10	0,3	0,03	
8	От 10^{-4} до 1	–	1	1,0	0,2	

Таблица 1.3

Рабочая частота, Гц	$к_F$
100	1,5
10^3	1,0
10^4	2,0

Таблица 1.4

Напряжение измерительного сигнала	Номер диапазона измерений $\|Z\|$	$к_U$
1 В	1–8	1
40 мВ	2–7	3
	1, 8	Не нормируется

Таблица 1.5

Время одного измерения	$к_T$
60 мс	3
600 мс	1
6 с	1

1.2.4 Пределы допускаемой относительной (δ) или абсолютной (Δ) основной погрешности по R_p, R_s L_p, L_s, C_p, C_s, X_s, G_p, D, Q, φ, I соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.6.

1.2.5 Пределы допускаемой погрешности измерений в диапазоне рабочих температур определяются как произведение основной погрешности на коэффициент температуры из таблицы 1.7.

Таблица 1.6

Измеряемый параметр	D, Q	Пределы допускаемой основной погрешности
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	$D \le 0,1$	$\delta_X = \delta_Z$
	$D > 0,1$	$\delta_X = \delta_Z \cdot (1 + D)$
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	–	$\Delta_\varphi = (\delta_Z / 1\ \%) \cdot 1°$
I	–	$\delta_I = \pm(3 + 10\ \text{мкА/I})\ \%$
Примечания 1 Значение δ_Z определяется из формул (1.1) и (1.2). 2 I – измеренное значение тока утечки, мкА.		

Таблица 1.7

Температура окружающего воздуха, °С	Коэффициент температуры
От 18 до 22	1,0
От 8 до 18	1,5
От 22 до 32	
От минус 2 до плюс 8	2,0
От 32 до 42	
От минус 12 до минус 2	2,5
От 42 до 50	
От минус 20 до минус 12	3,0

1.2.6 Рабочая частота 100 Гц, 1; 10 кГц.

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

1.2.7 Напряжение измерительного сигнала 40 мВ, 1 В (среднее квадратическое значение).

Пределы допускаемой относительной погрешности установки напряжения измерительного сигнала ±10 %.

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

1.2.9 Диапазон установки напряжения смещения от 0 до 63 В с дискретностью 0,1 В (в диапазоне от 0 до 10 В) и 1 В (в диапазоне от 10 до 63 В).

Пределы допускаемой погрешности установки напряжения смещения внутреннего источника ±10 мВ (в диапазоне от 0 до 300 мВ) и ±3 % (в диапазоне свыше 300 мВ до 63 В).

1.2.10 Время одного измерения, без времени выбора предела измерений не более 60; 600 мс, 6 с.

1.2.11 Прибор обеспечивает автоматическую компенсацию начальных параметров присоединительного устройства (коррекция нуля).

Пределы показаний прибора на частоте 1 кГц после проведения компенсации начальных параметров соответствуют величинам, указанным в таблице 1.8.

Таблица 1.8

Объект измерений	Измеряемый параметр	Допускаемые пределы показаний
х.х.	G_p	±1 нСм
к.з.	R_s	±1 мОм

1.2.12 Прибор обеспечивает автоматический и ручной выбор диапазона измерений $|Z|$.

1.2.13 Прибор обеспечивает режим автоматического внутреннего запуска.

1.2.14 Прибор обеспечивает следующие сервисные функции:

- допусковый контроль измеряемых параметров;
- определение процентного отклонения измеряемых параметров от заданной величины.

1.2.15 Прибор обеспечивает работу с устройством присоединительным 2 (далее УП-2).

Параметры УП-2 следующие:

- сопротивление кабелей **I, U, I', U'** не более 0,8 Ом;
- емкость и проводимость центральных жил каждого из кабелей на корпусной вывод не более 300 пФ и 100 нСм, соответственно;
- сопротивление между корпусным выводом и каждым из внешних контактов разъемов **I, U, I', U'** не более 0,15 Ом.

1.2.16 Перекрытие между диапазонами измерений $|Z|$ не менее 5 %.

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

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

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

1.2.20 Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании его от сети переменного тока напряжением (230 ± 23) В, частотой (50 ± 1) Гц.

1.2.21 Мощность, потребляемая прибором от сети питания при номинальном напряжении 230 В частотой 50 Гц, не более 20 В·А.

1.2.22 Прибор обеспечивает передачу-прием информации в ПЭВМ типа PC AT по стандартному интерфейсу RS-232C.

1.2.23 Масса прибора не более 3,5 кг.

Масса прибора с упаковкой не более 6 кг.

1.2.24 Габаритные размеры прибора (без ручки) не более 265х90х320 мм.

1.2.25 Содержание серебра – 0,134500 г.

1.3 Состав комплекта поставки

1.3.1 Прибор поставляется в комплекте, приведенном в таблице 1.9.

Таблица 1.9

Обозначение	Наименование	Коли-чество	Примечание
УШЯИ.411218.013	Измеритель иммитанса Е7-23	1	
SCZ-1	Кабель сетевой	1	Для включения прибора в сеть
УШЯИ.685631.126	Устройство присоединительное УП-2	1	Для подключения объектов измерения
УШЯИ.685631.130	Устройство присоединительное УП-4*	1	Для подключения SMD компонентов
УШЯИ.685631.112	Кабель	4	Для подключения к прибору мер сопротивления Н2-1
УШЯИ.685681.001	Кабель интерфейсный	1	Для подключения прибора к персональному компьютеру
АГ0.481.304 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	2	Допускается замена на аналогичную с током 0,5 А, быстродействие F
УШЯИ.411218.013 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
УШЯИ.411218.013 МП	Методика поверки МРБ МП.1490-2005	1	
УШЯИ.305641.052	Упаковка	1	Приемка ПЗ
* Поставляется по отдельному заказу			

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Принцип действия

В основу работы прибора положен метод вольтметра-амперметра. Структурная схема прибора приведена на рисунке 1.2.

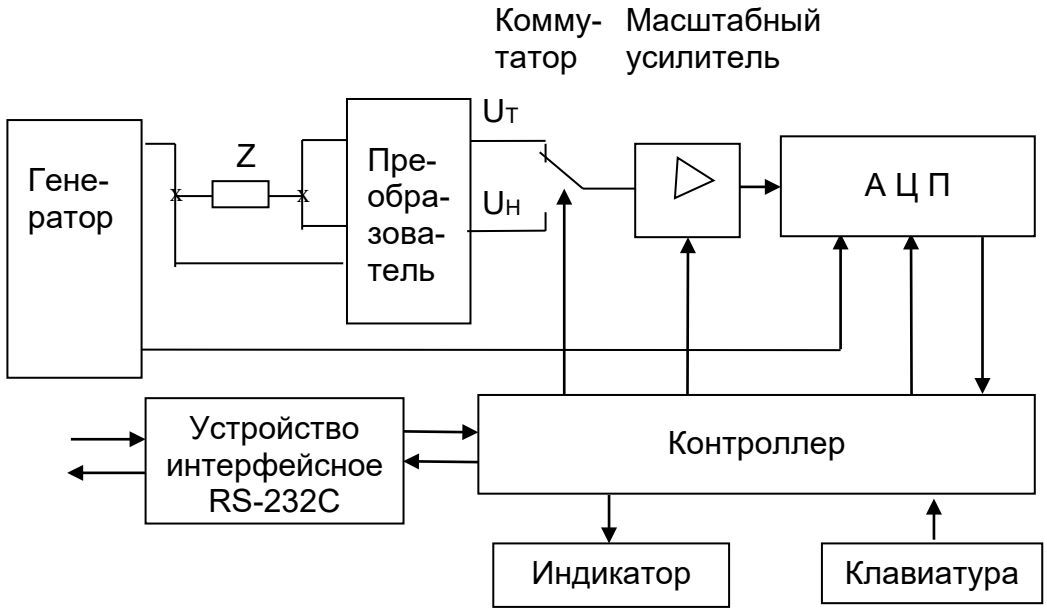


Рисунок 1.2 – Структурная схема прибора

Напряжение рабочей частоты от генератора подается на измеряемый объект. Преобразователь формирует два напряжения, одно из которых (U_T) пропорционально току, протекающему через измеряемый объект, другое (U_H) – напряжению на нем. Отношение этих напряжений равно комплексной проводимости (Y) или комплексному сопротивлению (Z) объекта.

Измерение отношения напряжений проводится аппаратно-программным логометром.

Аппаратная часть логометра состоит из коммутатора, масштабного усилителя, аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Итогом работы программной части логометра является расчет отношений напряжений.

На рисунке 1.3 изображены векторы U_T, U_H и опорное вспомогательное напряжение с произвольной фазой.

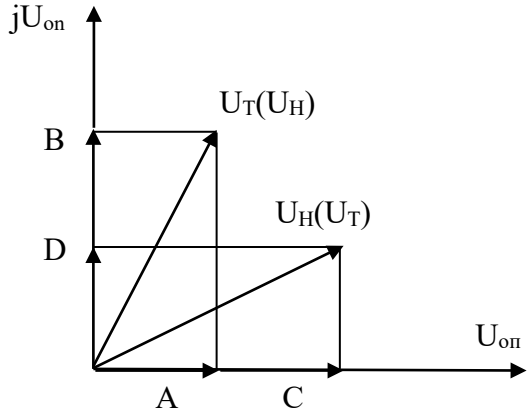


Рисунок 1.3 – Векторная диаграмма

Проекции векторов U_T, U_H на опорное напряжение $U_{оп}$ и $jU_{оп}$ выделяются синхронным детектором (СД) и измеряются в некотором произвольном масштабе измерителем интегрирующего типа.

Очевидны соотношения:

$$Y = G+jB' = \frac{U_T}{U_H} = \frac{U_X}{U_O} = \frac{A + jB}{C + jD}, \qquad (1.3)$$

где G – активная проводимость;

B' – реактивная проводимость;

U_X – числитель измеряемого отношения;

U_O – знаменатель измеряемого отношения;

A, B, C, D – проекции векторов U_T и U_H на опорное напряжение $U_{оп}$ и $jU_{оп}$, откуда

$$G = \frac{AC + BD}{C^2 + D^2} \qquad (1.4)$$

$$B' = \frac{BC - AD}{C^2 + D^2} \qquad (1.5)$$

Аналогично

$$Z = R + jX = \frac{U_H}{U_T} = \frac{U_X}{U_O} = \frac{A + jB}{C + jD}, \qquad (1.6)$$

где R – активное сопротивление;

X – реактивное сопротивление, или

$$R = \frac{AC + BD}{C^2 + D^2}, \qquad (1.7)$$

и

$$X = \frac{BC - AD}{C^2 + D^2} \qquad (1.8)$$

При измерении высокоомных объектов (пределы измерений $|Z|$ от 1 кОм до 10 МОм), когда генератор сигнала является источником напряжения, предпочтительнее осуществлять измерения в виде составляющих проводимости ($U_X = U_T$, $U_O = U_H$).

В случае измерения низкоомных объектов, источник сигнала работает как генератор тока (пределы измерений $|Z|$ от 1 Ом до 100 Ом) и более удобным является измерение в форме составляющих полного сопротивления ($U_X = U_H$, $U_O = U_T$). Требуемая форма иммитанса достигается пересчетом из первичной формы (G, B' или X, R) и осуществляется контроллером. Расширение пределов измерения достигается за счет изменения коэффициента передачи усилительного тракта логометра при измерении составляющих числителя U_X в 10 и 100 раз.

Устройство интерфейсное RS-232C обеспечивает согласование уровней сигналов и гальваническую развязку измерительных цепей прибора и подключаемой аппаратуры.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка на корпусе прибора содержит:

- наименование и тип прибора, товарный знак изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации изготовителя, год изготовления;
- символ испытательного напряжения изоляции « $\overset{1,5}{}$ ».

1.5.2 Маркировка на упаковке выполнена типографским способом на этикетках и содержит:

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

1.5.3 Пломбирование прибора выполнено оттиском клейма ОТК и поверителя на задней панели корпуса (в углублениях для винтов).

1.6 Упаковка

1.6.1 Распаковывание прибора проводить в следующей последовательности:

- удалить клеевую ленту на верхней крышке коробки;
- открыть коробку;
- извлечь деревянный ящик и открыть его (прибор с приемкой ПЗ);
- вынуть руководство по эксплуатации и методику поверки;
- вынуть прибор и принадлежности.

Распаковывание прибора закончено.

Упаковывание производят в последовательности, обратной описанной выше.

2 ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

2.1 Меры безопасности

2.1.1 Прибор соответствует требованиям электробезопасности, установленным ГОСТ 12.2.091-2012.

2.1.2 В процессе ремонта при проверке режимов нельзя допускать соприкосновение с токонесущими элементами, так как на плавких вставках, выключателе сети и трансформаторе имеется переменное напряжение 230 В.

Замена деталей должна производиться только при обесточенном приборе.

2.1.3 Прибор не оказывает вредного воздействия на окружающую среду при соблюдении правил эксплуатации, изложенных в руководстве по эксплуатации.

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

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

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

2.2 Подготовка к работе

2.2.1 Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления на передней и задней панелях прибора, изображенных на рисунках 2.1, 2.2.

2.2.2 Провести внешний осмотр прибора, при котором проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность на соответствие таблице 1.9;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- наличие и прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положения;
- чистоту разъемов;
- состояние соединительных кабелей.

2.2.3 Разместить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

2.2.4 Подключить к прибору УП-2 в соответствии с маркировкой.

2.2.5 Если хранение и транспортирование прибора производились в условиях, отличающихся от рабочих, то перед включением необходимо выдержать прибор в рабочих условиях не менее 2 ч.

2.3 Органы управления

2.3.1 Расположение органов управления приведено на рисунках 2.1, 2.2. Назначение органов управления приведено в таблице 2.1.

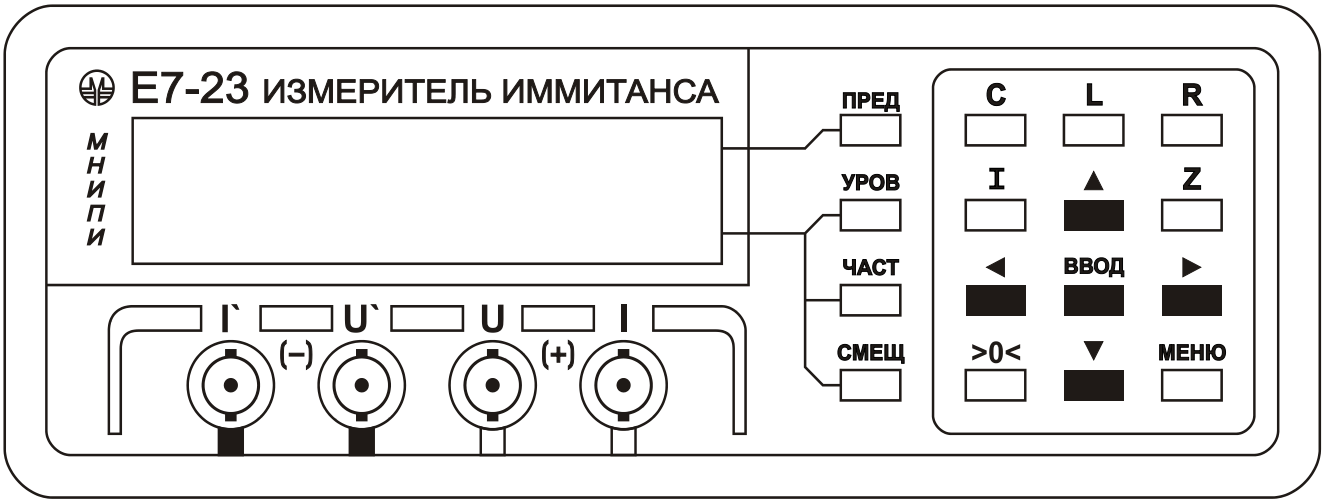


Рисунок 2.1 – Передняя панель прибора. Расположение органов управления



Рисунок 2.2 – Задняя панель прибора. Расположение органов управления

Таблица 2.1

Гравировка	Назначение
Передняя панель	
—	Индикатор. Отображение значения измеряемой величины и вспомогательной информации
ПРЕД	Кнопка. Разрешение на ручную установку диапазона измерений |Z| кнопками ▲,▼ или включение автоматического выбора диапазона измерений |Z| кнопками ◄, ►. Функция «Ответ да» в диалоговом режиме. Функция активизации верхней строки индикатора при наборе номинального значения параметра в режиме допускового контроля

Продолжение таблицы 2.1

Гравировка	Назначение
ЧАСТ	Кнопка. Вывод на индикацию установленного значения рабочей частоты. Разрешение на установку рабочей частоты кнопками ▲,▼
УРОВ	Кнопка. Вывод на индикацию установленного значения напряжения измерительного сигнала. Разрешение на установку напряжения измерительного сигнала кнопками ▲,▼. Функция активизации нижней строки индикатора при наборе нижнего и верхнего значения допусков
СМЕЩ	Кнопка. Вывод на индикацию установленного значения напряжения смещения. Разрешение на точную (грубую) установку напряжения смещения кнопками ▲,▼ (◀, ▶)
I	Кнопка. Выбор измеряемого параметра I
C	Кнопка. Выбор измеряемого параметра C, D
▲	Кнопка. Увеличение набираемой величины. Переход в режим ручного выбора диапазона измерений |Z|, увеличение номера диапазона измерений |Z|
L	Кнопка. Выбор измеряемого параметра L, Q
Z	Кнопка. Выбор измеряемого параметра |Z|, φ
R	Кнопка. Выбор измеряемого параметра R, Q
◄	Кнопка. Уменьшение набираемой величины. Переход в режим автоматического выбора диапазона измерений |Z|
ВВОД	Кнопка. Вход в выбранную позицию меню
►	Кнопка. Увеличение набираемой величины. Переход в режим автоматического выбора диапазона измерений |Z|
МЕНЮ	Кнопка. Переход из основного режима в режим меню
▼	Кнопка. Уменьшение набираемой величины. Переход в режим ручного выбора диапазона измерений |Z|. Уменьшение номера диапазона измерений |Z|
>0<	Кнопка. Коррекция нуля проводимости, сопротивления, тока утечки.
I, U, I′, U′	Разъемы. Подключение присоединительного устройства УП-2 или пятизажимных объектов
Задняя панель	
ОТКЛ	Переключатель сети. Включение прибора
СЕТЬ ~ 230V 50Hz	Разъем. Подключение сетевого кабеля
0,5 А ВП2Б F	Сетевой отсек. Установка предохранителей (2 шт.)
⏚ , ⏚	Зажим ⏚ – зажим рабочего заземления. Зажим ⏚ – зажим корпуса прибора. При измерении незаземленных объектов между зажимами ⏚, ⏚ должна быть установлена перемычка УШЯИ.741391.003. При измерении заземленных объектов перемычка должна быть снята
RS-232C	Разъем. Подключение интерфейсного кабеля

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 Подготовка к проведению измерений

3.1.1 Включение

3.1.1.1 Для включения прибора необходимо:

- установить переключатель сети в положение **0**;
- подключить прибор к питающей сети с помощью сетевого кабеля;
- установить переключатель сети в положение **I**.

3.1.2 Опробование

3.1.2.1 Опробование прибора проводят следующим образом: к прибору подключают УП-2 (зажимы УП-2 разомкнуты и разведены в стороны). Включают прибор. Прибор должен автоматически перейти в режим измерений со следующими начальными установками:

- измеряемый параметр	C_p, D
- диапазон измерений |Z|	A 1
- рабочая частота	1 кHz;
- напряжение измерительного сигнала	1 V;
- напряжение смещения	0,0 V;
- время одного измерения	600 ms.

При этом показания прибора должны находиться в пределах $\pm$0,1 пФ.

3.1.2.2 Закорачивают зажимы УП-2 перемычкой (медным проводником). При помощи кнопки **R** на передней панели устанавливают измеряемый параметр R_S. При этом показания прибора должны находиться в пределах $\pm$1 мОм.

3.2 Проведение измерений

3.2.1 Пятизажимные объекты (например, образцовые меры иммитанса Н2-1) подключаются к прибору при помощи кабелей из комплекта образцовых мер с соблюдением маркировки.

Перед началом измерения образцовых мер иммитанса нужно провести коррекцию нуля проводимости и нуля сопротивления (компенсация остаточных параметров присоединительного устройства).

Для проведения коррекции проводимости необходимо создать в измерительной цепи режим холостого хода (х.х.) подключением к прибору калибратора нуля проводимости из комплекта мер. Установить режим измерения иммитансных параметров. Нажать кнопку >0< два раза. На индикаторе появятся символы: «ХХ, ?», «Да», «Нет». Нажать кнопку напротив символа «Да» (кнопка **ПРЕД**). На индикаторе появится счет времени, который будет присутствовать до окончания коррекции. По окончании коррекции счет времени прекращается и прибор переходит в режим измерения иммитансных параметров.

Коррекция нуля проводимости автоматически производится на рабочих частотах 100 Гц, 1; 10 кГц при напряжении измерительного сигнала 1 В.

Для проведения коррекции нуля сопротивления необходимо создать в измерительной цепи режим короткого замыкания (к.з.) подключением к прибору калибратора нуля сопротивления из комплекта мер. Установить режим измерения иммитансных параметров. Нажать кнопку >0< . На индикаторе появятся символы: «КЗ, ?», «Да», «Нет». Нажать кнопку напротив символа «Да». На индикаторе появится счет времени, который будет присутствовать до окончания коррекции.

По окончании коррекции счет времени прекращается и прибор переходит в режим измерения иммитансных параметров.

Коррекция нуля сопротивления автоматически производится на рабочих частотах 100 Гц, 1; 10 кГц при напряжении измерительного сигнала 1 В.

Поправочные коэффициенты хранятся в памяти прибора и стираются при его выключении.

3.2.2 Измерение с УП-2

УП-2 подключается к прибору через разъемы **I**, **U**, **I′**, **U′** в соответствии с маркировкой.

Перед измерениями с использованием УП-2 необходимо провести коррекцию нуля проводимости и нуля сопротивления, как указано в 3.2.1, при этом коррекция нуля проводимости должна проводиться при отсутствии измеряемого объекта, а коррекция нуля сопротивления – при закороченных проводником зажимах, расположенных вплотную.

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

3.2.3 Измерение трехзажимных объектов

Трехзажимный объект может быть представлен треугольником комплексных сопротивлений (рисунок 3.1).

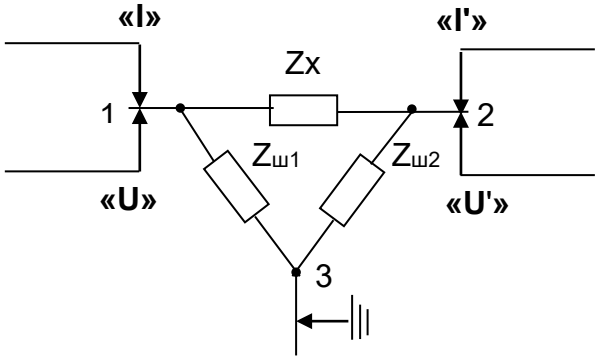


Рисунок 3.1 – Схема подключения трехзажимного объекта

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 3.2-3.6.

Погрешности измерений соответствуют указанным в таблице 1.2, 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.

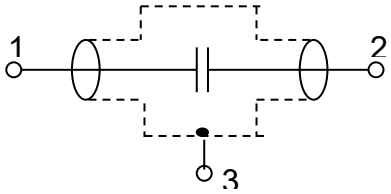


Рисунок 3.2 – Экранированный конденсатор

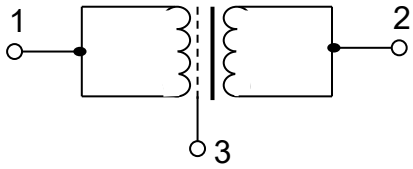


Рисунок 3.3 – Емкость между экранированными обмотками трансформатора

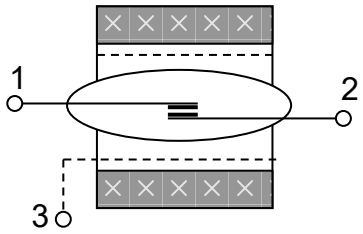


Рисунок 3.4 – Проходная емкость между контактами реле на магнитоуправляемых контактах

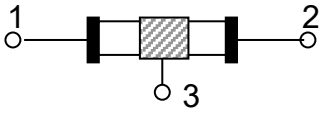


Рисунок 3.5 – Проходной иммитанс резистора или конденсатора с влагозащитным пояском

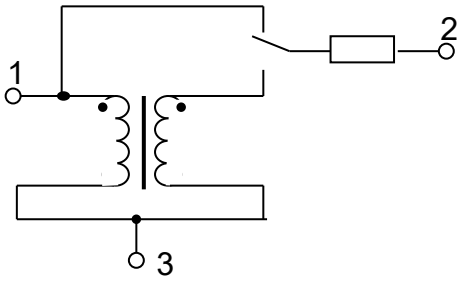


Рисунок 3.6 - Схема для определения фазировки обмоток и коэффициента трансформации трансформатора

3.2.4 Измерение тока утечки

Для измерения тока утечки необходимо нажатием кнопки **I** войти в режим измерения тока утечки. Перед измерением тока утечки, при необходимости, можно провести коррекцию нуля и точки 1 мА тока утечки.

Для проведения коррекции нуля и точки 1 мА тока утечки необходимо создать в измерительной цепи режим х.х. (зажимы УП-2 разомкнуты). Нажать кнопку >0< . На индикаторе появляется запрос: «ХХ, ?», «Да», «Нет». Нажать кнопку напротив символа «Да». На индикаторе появится счет времени, который будет присутствовать до окончания коррекции.

На индикаторе появятся символы «КЗ, ?», «Да», «Нет». Создать в измерительной цепи прибора режим к.з., закоротив проводником зажимы УП-2. Нажать кнопку напротив символа «Да». На индикаторе появится счет времени, который будет присутствовать до окончания коррекции точки 1 мА, после чего прибор перейдет в режим измерений тока утечки.

Поправочные коэффициенты хранятся в памяти прибора и стираются при его выключении.

3.2.5 Выбор (установка) режима работы прибора

3.2.5.1 Меню содержит следующие разделы:

- «Измерение»;
- «Параметр»;
- «Скорость изм.»;
- «Экв. Схема»;
- «Допуск»;
- «Калибровка»;
- «Откл. калибр».

Вход в меню и выход из меню производится нажатием кнопки **МЕНЮ**.

Выделение нужного раздела меню производится нажатием кнопок ▲, ▼.

Вход в выделенный раздел меню производится нажатием кнопки **ВВОД**.

3.2.5.2 Выбор измеряемого параметра производится двумя способами.

Первый способ – выбор измеряемого параметра нажатием одной из кнопок **L**, **C**, **R**, **I**, **Z**.

При этом на индикатор выводятся следующие параметры:

- при нажатии кнопки **L** – параметры L, Q;
- при нажатии кнопки **C** – параметры C,D;
- при нажатии кнопки **R** – параметры R,Q;
- при нажатии кнопки **I** – параметр I;
- при нажатии кнопки **Z** – параметры $|Z|$, φ.

Второй способ – установка измеряемого параметра производится из раздела меню «Параметр» кнопками ▲, ▼, **ВВОД**.

При этом на индикатор выводятся попарно следующие параметры:

- L_S , X_S ; C_S , X_S ; L_P , G_P ; C_P , G_P.

3.2.5.3 Эквивалентная схема задается в разделе меню «Экв.схема»: «Парал.» – параллельная эквивалентная схема замещения, «Послед.» – последовательная эквивалентная схема замещения. При установке «АВТО» результат измерения будет выдан для параллельной схемы, если измерение проводилось в диапазонах №№ 1-5, и для последовательной схемы, если измерение проводилось в диапазонах №№ 6-8.

3.2.5.4 Установка рабочей частоты производится кнопками ▲, ▼ после нажатия кнопки **ЧАСТ**.

3.2.5.5 Установка напряжения измерительного сигнала производится кнопками ◄, ► после нажатия кнопки **УРОВ**.

3.2.5.6 Установка предела измерений производится после нажатия кнопки **ПРЕД**. Кнопками ▲, ▼ производится включение ручного выбора пределов и увеличение (уменьшение) предела. Нажатием любой из кнопок ◄, ► производится включение автоматического выбора предела измерений.

3.2.5.7 Установка скорости измерений и режима усреднений производится из раздела меню «Скорость изм.» кнопками ▲,▼, **ВВОД**.

3.2.5.8 Грубая (точная) установка напряжения смещения производится кнопками ◄, ► (▲, ▼) после нажатия кнопки **СМЕЩ**.

3.2.5.9 Измерение процентного отклонения и допусковый контроль производится из раздела меню «Допуск». В разделе меню «Допуск» на индикаторе отображаются:

- в верхней строке – установленное оператором на индикаторе прибора значение параметра A_n. Вид параметра (R, L, или C) определяется тем, что выводилось на индикаторе до входа в режим допуска;
- в нижней строке – значения верхнего и нижнего допуска $\delta_в$, $\delta_н$, %.

Номинальное значение параметра и значения допусков устанавливаются оператором с помощью кнопок ◄, ►, ▲, ▼, **ПРЕД**, **УРОВ**.

После установки номинального значения параметра и значений допусков нажатием кнопки **ВВОД** на индикаторе выводится значение измеряемого параметра $A_{изм}$ и измеренное значение процентного отклонения δ, %, которое рассчитывается по формуле

$$\delta = \frac{A_{изм} - A_n}{A_n} \cdot 100 \qquad (3.1)$$

Если $\delta > \delta_в$ или $\delta < \delta_н$, то включается звуковой сигнал.

3.2.5.10 Калибровка прибора по мерам сопротивления проводится в точках:

- диапазон № 1 – 1 МОм;
- диапазон № 2 – 100 кОм;
- диапазон № 3 – 10 кОм;
- диапазон № 4 – 1 кОм;
- диапазоны №№ 5, 6 – 100 Ом;
- диапазон № 7 – 10 Ом;
- диапазон № 8 – 1 Ом.

Перед проведением калибровки прибора по мерам сопротивления необходимо провести коррекцию нуля тока утечки и точки 1 мА, как указано в 3.2.4.

Калибровка прибора производится после набора пароля в разделе меню «Калибровка».

После входа в режим калибровки на индикаторе появляется запрос: «КЗ, ?», «Да», «Нет». В измерительной цепи необходимо создать режим к.з. и нажать кнопку напротив символа «Да». Прибор перейдет в режим коррекции нуля сопротивления для диапазонов №№ 6-8 на рабочих частотах 100 Гц, 1; 10 кГц. По окончании коррекции нуля сопротивления на индикатор выводится запрос: «ХХ, ?», «Да», «Нет». В измерительной цепи необходимо создать режим х.х. После нажатия кнопки напротив символа «Да» прибор перейдет в режим коррекции нуля проводимости для диапазонов №№ 1-5 на рабочих частотах 100 Гц, 1; 10 кГц. По окончании данного режима прибор переходит в режим калибровки для диапазона № 8, рабочая частота 100 Гц.

Переключение частоты осуществляется кнопками ◀, ▶, а диапазона – кнопками ▲, ▼. Запуск калибровки для выбранной точки производится кнопкой >0< , остановки и фиксации калибровочного коэффициента – либо кнопкой **ВВОД**, либо по достижении количества отсчетов 256.

В процессе калибровки на индикатор выводится усредняемое значение измеряемого параметра, число отсчетов, а также текущий диапазон и частота.

Для выхода из режима калибровки необходимо нажать кнопку **МЕНЮ.** На индикатор выводится запрос «Save», «Да», «Нет». После выбора «Да» калибровочные коэффициенты запоминаются в постоянной памяти прибора.

Примечание – Калибровка прибора производится изготовителем. При эксплуатации прибора процедура калибровки не предполагается. Однако, необходимость калибровки может возникнуть после ремонта прибора. В этом случае информацию о пароле можно получить у изготовителя.

3.2.5.11 Работа прибора с использованием интерфейса RS-232C

Соединять прибор с ПЭВМ следует при отключенном питании, как прибора, так и ПЭВМ.

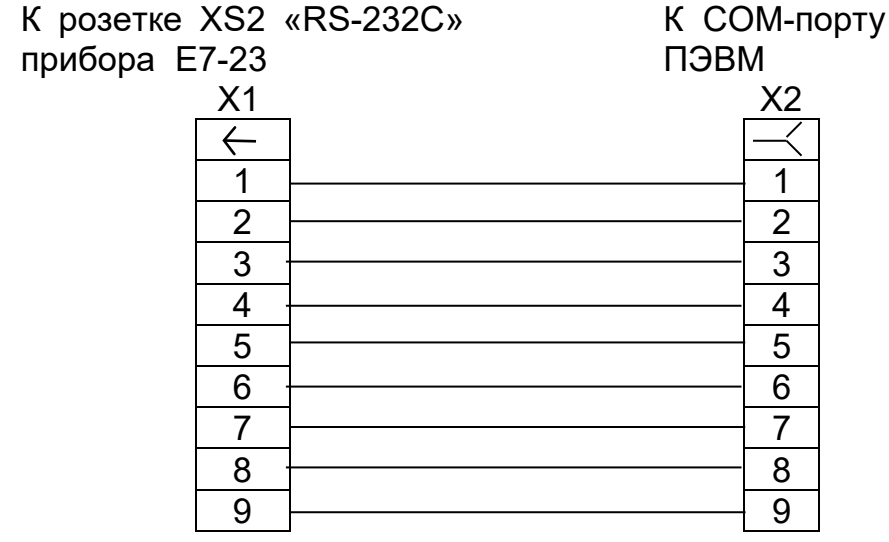
Для подключения прибора к ПЭВМ рекомендуется использовать кабель интерфейсный УШЯИ.685681.001 из комплекта прибора. Схема распайки кабеля интерфейсного приведена на рисунке 3.7.

Прибор обеспечивает следующие режимы работы:

- дистанционное/местное управление;
- выдачу результата измерения;
- выдачу сообщения о перегрузке;
- выдачу сообщения об ошибке;
- выдачу сообщения о состоянии измерителя.

Прибор постоянно находится в режиме приема данных.

Управлять прибором можно как от кнопок передней панели, так и через интерфейс.



X1 – вилка DB-9M
X2 – розетка DB-9F

Рисунок 3.7 – Схема распайки кабеля интерфейсного

Протокол обмена прибора с компьютером

Прибор непрерывно находится в режиме передачи. Формат передаваемого кадра: 0xAA, freq, diap, Vsm, R, x, φ, где

OxAA (1 байт) – флаг начала;

Freq (1 байт) – текущая частота:

0 – 100 Гц;
1 – 1 кГц;
2 – 10 кГц;
3 – 100 кГц;
4 – 0 Гц (для измерения I);

diap (1 байт) – диапазон измерений $|Z|$:

0 – 1-й;
1 – 2-й;
2 – 3-й;
3 – 4-й;
4 – 5-й;
5– 6-й;
6 – 7-й;
7 – 8-й;

Vsm (2 байта) – напряжение смещения (в вольтах, умноженное на 10;
1,1V – 11; 63V – 630) ;

R (4 байта) – активное сопротивление;

x (4 байта) – реактивное сопротивление;

φ (4 байта) – угол фазового сдвига комплексного сопротивления.

Примечание – Параметры R, x, φ передаются в формате float, соответствующем стандарту IEEE-754.

Прибор принимает однобайтные команды, соответствующие нажатию кнопок управления:

0x01 – ПРЕД;
0x02 – УРОВ;
0x03 – ЧАСТ;
0x04 – СМЕЩ;
0x05 – C;
0x06 – I;
0x07 – <;
0x08 – >0<;
0x09 – L;
0x0A – ∨ ;
0x0B – ВВОД;
0x0C – ∧ ;
0x0D – R;
0x0E – Z;
0x0F – >;
0x010 – МЕНЮ.

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

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

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.1 Техническое обслуживание проводят с целью обеспечения надежной работы прибора в течение длительного периода эксплуатации. Оно заключается в систематическом наблюдении за правильностью эксплуатации, регулярном техническом осмотре, проверке работоспособности и устранении возникших неисправностей.

4.2 Необходимо содержать прибор в чистоте, оберегать его от воздействия влаги, грязи, пыли, ударов и падений.

4.3 Поверка прибора проводится не реже одного раза в год по методике поверки МРБ МП.1490-2005 и отметка о поверке заносится в таблицу 12.1.

5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

5.1 Перечень возможных неисправностей прибора приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Описание последствий отказа и повреждения	Вероятная причина	Указания по устранению последствий отказа и повреждения
При включенном приборе отсутствует подсветка и показания на индикаторе	Неисправны предохранители в сетевом отсеке	Заменить предохранители. Если подсветка и показания на индикаторе не появятся, прибор необходимо сдать в ремонт
На индикаторе прибора показания не обновляются или беспорядочны	Сбой в работе микропроцессора	Выключить прибор и через несколько секунд повторно включить. Если функционирование прибора не восстановится, его необходимо сдать в ремонт

6 ХРАНЕНИЕ

6.1 Прибор следует хранить на складе в упаковке изготовителя при температуре окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 90 % при температуре плюс 25 °С.

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.

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

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

7.2 Предельные климатические условия транспортирования:

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

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

8 УТИЛИЗАЦИЯ

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

9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

9.1 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.

9.2 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.

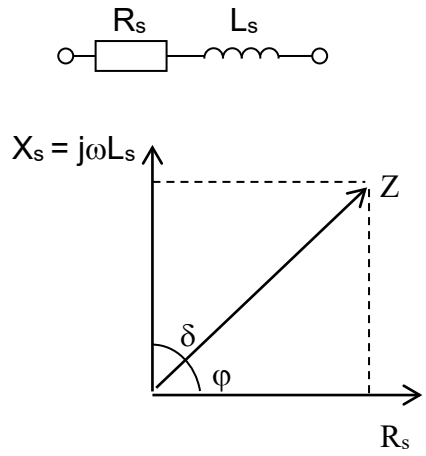
Гарантийный срок эксплуатации продлевается на период со дня подачи рекламации до введения прибора в эксплуатацию силами изготовителя.

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

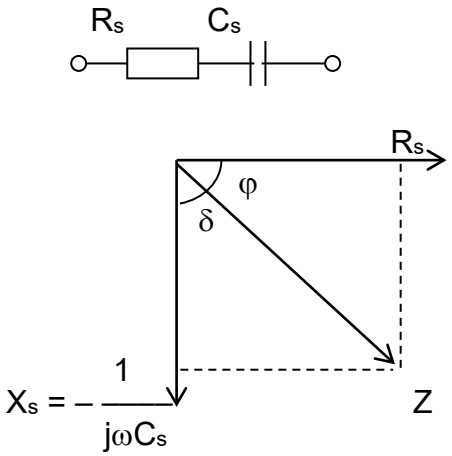
Приложение А
(справочное)

Соотношения для расчета измеряемых параметров

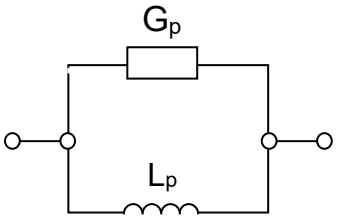
Эквивалентные схемы замещения измеряемого объекта и векторные диаграммы приведены на рисунке А.1.

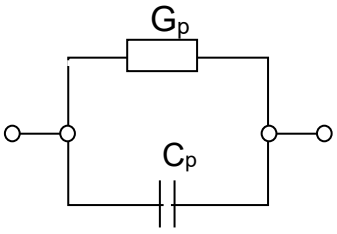


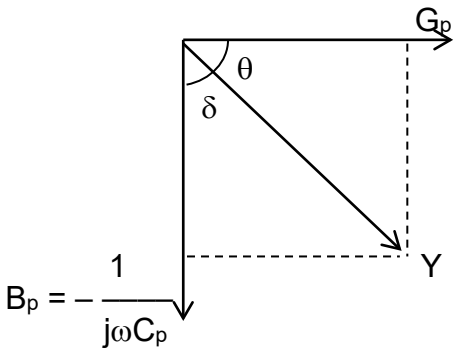
а) последовательная схема замещения индуктивности и векторная диаграмма комплексного сопротивления индуктивности



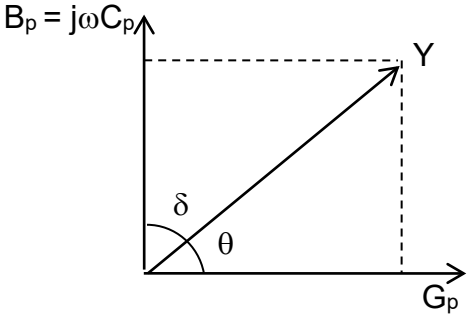
б) последовательная схема замещения емкости и векторная диаграмма комплексного сопротивления емкости







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 для расчета измеряемых параметров приведены в таблице А.1

Таблица А.1

Параметр	Последовательная схема замещения	Параллельная схема замещения
L	$L_s = \frac{X_s}{\omega}$	$L_p = -\frac{1}{\omega B_p}$
C	$C_s = -\frac{1}{\omega X_s}$	$C_p = \frac{B_p}{\omega}$
R	$R_s = \lvert Z \rvert \cos \varphi$	$R_p = \frac{1}{\lvert Y \rvert \cos \theta} = \frac{1}{G_p}$
X	$X_s = \lvert Z \rvert \sin \varphi$	—
G	—	$G_p = \lvert Y \rvert \cos \theta$
tg δ	$\operatorname{tg} \delta = D = \frac{R_s}{\lvert X_s \rvert}$	$\operatorname{tg} \delta = D = \frac{G_p}{\lvert B_p \rvert}$
Q	$Q = \frac{1}{D}$	$Q = \frac{1}{D}$
$\lvert Z \rvert$	$\lvert Z \rvert = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$	—
φ	$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{X_s}{R_s}$	—

Примечание – Угол фазового сдвига комплексной проводимости θ (рисунки А.1 в), г) не индицируется. Определить значение θ можно из выражения $\theta = -\varphi$, где φ – угол фазового сдвига комплексного сопротивления (рисунки А.1 а), б).

Параметры эквивалентных схем связаны соотношениями, приведенными в таблице А.2.

Таблица А.2

Основная формула	Упрощенная формула при		Формула для определения D
	$D<<1$	$D>>1$	
$R_p = R_s (1+ \frac{1}{D^2})$	$R_p \approx R_s \frac{1}{D^2}$	$R_p \approx R_s$	$D = \frac{X_p}{R_p} = \frac{2\pi f L_p}{R_p} = \frac{1}{2\pi f C_p R_p}$
$G_p = G_s \frac{1}{1 + 1/ D^2}$	$G_p \approx G_s D^2$	$G_p \approx G_s$	
$C_p = C_s \frac{1}{1 + D^2}$	$C_p \approx C_s$	$C_p \approx C_s \frac{1}{D^2}$	
$L_p = L_s (1+ D^2)$	$L_p \approx L_s$	$L_p \approx L_s D^2$	
$R_s = R_p \frac{1}{1 + 1/ D^2}$	$R_s \approx R_p D^2$	$R_s \approx R_p$	$D = \frac{R_s}{X_s} = \frac{R_s}{2\pi f L_s} = 2\pi f C_s R_s$
$G_s = G_p (1+ \frac{1}{D^2})$	$G_s \approx G_p \frac{1}{D^2}$	$G_s \approx G_p$	
$C_s = C_p (1+ D^2)$	$C_s \approx C_p$	$C_s \approx C_p D^2$	
$L_s = L_p \frac{1}{1 + D^2}$	$L_s \approx L_p$	$L_s \approx L_p \frac{1}{D^2}$	
Примечание – f – рабочая частота прибора.			

ЗАКАЗАТЬ