

ОКП 66 8130

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИММИТАНСА

E7-23

Руководство по эксплуатации

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	Свидетельство об упаковывании	23
10	Свидетельство о приемке	24
11	Гарантии изготовителя.....	24
12	Особые отметки	27
Приложение А Соотношения для расчета измеряемых параметров		28
Приложение Б Перечень предприятий, осуществляющих гарантийное и послегарантийное обслуживание прибора		31

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 ВУ 100039847.060-2005 «Измеритель иммитанса Е7-23».

Адрес изготовителя: 220113, г. Минск, ул. Я.Коласа, 73. Опытный завод
ОАО «МНИПИ», тел. (0172) 62-21-79.

Внешний вид прибора приведен на рисунке 1.1.

Прибор внесен в Государственный реестр средств измерений РБ под номером 019967.

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 за исключением рабочих условий применения:

- | | |
|--|---------------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | от минус 20 до плюс 50; |
| - относительная влажность воздуха, % | до 80 при температуре 25 °С; |
| - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | от 60 до 106,7 (от 460 до 800). |

Нормальные условия применения:

- | | |
|--|---------------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 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 промышленных радиопомех, создаваемых прибором при работе, не превышает значений, указанных в СТБ ЕН 55022-2006 для оборудования класса Б

Прибор устойчив к электростатическим разрядам при непосредственном (контактном) воздействии электростатического разряда и соответствует степени жесткости 2 по СТБ ГОСТ Р 51317.4.2-2001, критерий качества функционирования С.

Прибор устойчив к динамическим изменениям в цепях электропитания и соответствует степени жесткости 2 по СТБ ГОСТ Р 51317.4.11-2001, критерий качества функционирования В.

Прибор устойчив к наносекундным импульсным помехам и соответствует степени жесткости 2 по СТБ ГОСТ Р 51317.4.4-2001, критерий качества функционирования В.

Прибор устойчив к микросекундным помехам большой энергии и соответствует СТБ ГОСТ Р 51317.4.5 (2 класс условий эксплуатации), критерий качества функционирования В.

Прибор устойчив к радиочастотным электромагнитным полям и соответствует степени жесткости 2 по СТБ ГОСТ Р 51317.4.3-2001, 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 $|Z|$, в процентах, соответствуют величинам, определенным из формул (1.1), (1.2).

$$\delta_Z = \pm k_F \cdot k_U \cdot k_T \left[c + d \left(\frac{|Z|_k}{|Z|} - 1 \right) \right], \quad (1.1)$$

$$\delta_Z = \pm k_F \cdot k_U \cdot k_T \left[c + d \left(\frac{|Z|}{|Z|_H} - 1 \right) \right], \quad (1.2)$$

где c, d – коэффициенты из таблицы 1.2, k_F – коэффициент из таблицы 1.3, k_U – коэффициент из таблицы 1.4, k_T – коэффициент из таблицы 1.5, $|Z|_k, (|Z|_H)$ – 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	K_F
100	1,5
10^3	1,0
10^4	2,0

Таблица 1.4

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

Таблица 1.5

Время одного измерения	K_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 ≤ 0,1	δ _R = δ _G = δ _Z
	Q > 0,1	δ _R = δ _G = δ _Z · (1 + Q)
L _s , L _p	D ≤ 0,1	δ _L = δ _Z
	D > 0,1	δ _L = δ _Z · (1 + D)
C _s , C _p	D ≤ 0,1	δ _C = δ _Z
	D > 0,1	δ _C = δ _Z · (1 + D)
X _s	D ≤ 0,1	δ _X = δ _Z
	D > 0,1	δ _X = δ _Z · (1 + D)
D	D ≤ 1	Δ _D = (δ _Z / 100 %) · (1 + 10D)
	D > 1	δ _D = δ _Z · (10 + D)
Q	Q > 1	δ _Q = δ _Z · (10 + Q)
	Q ≤ 1	Δ _Q = (δ _Z / 100 %) · (1 + 10Q)
φ	–	Δ _φ = (δ _Z / 1 %) · 1°
I	–	δ _I = ±(3 + 10 мкА/I) %
Примечания 1 Значение δ _Z определяется из формул (1.1) и (1.2). 2 I – измеренное значение тока утечки в микроамперах.		

Таблица 1.7

Температура окружающего воздуха, °C	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:

- допусковой 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:

- начальная емкость не более 0,1 пФ;
- 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 265 x 90 x 317 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	Количество	Примечание
411218.013	Измеритель иммитанса Е7-23	1	
685631.010-01	Шнур соединительный	1	Для включения прибора в сеть
624.015	Устройство присоединительное УП-2	1	Для подключения двух- и трехзажимных объектов
685631.112	Кабель	4	Для подключения к прибору мер сопротивления Н2-1
685681.001	Кабель интерфейсный	1	Для подключения прибора к персональному компьютеру
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1 В 0,5 А 250 В	2	
411218.013 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
МРБ МП.1490-2005	Методика поверки	1	
305642.154	Упаковка	1	
Примечание – Программное обеспечение находится на сайте www.mniri.by .			

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.

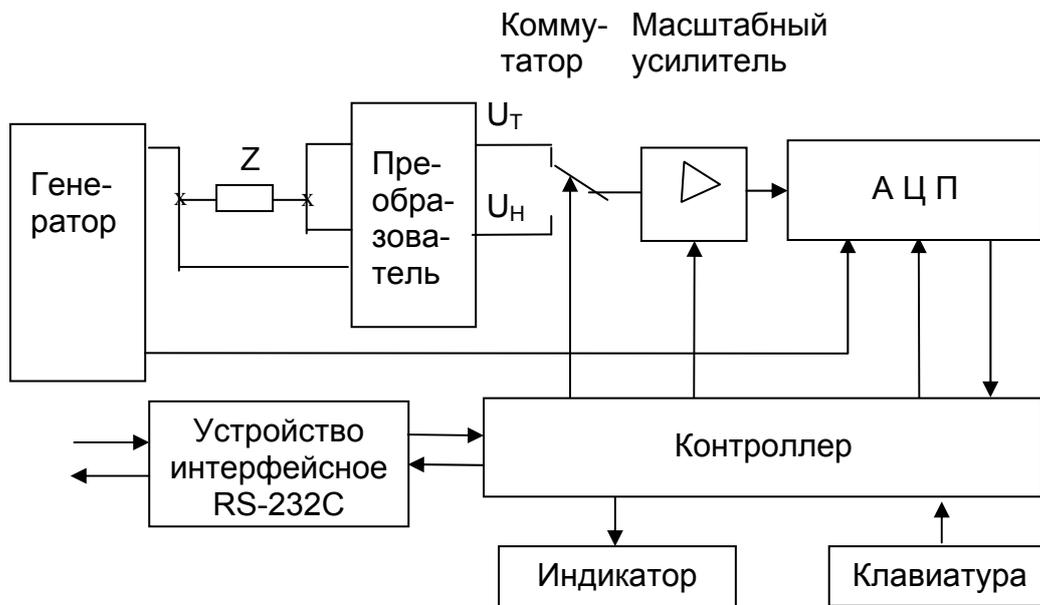


Рисунок 1.2 – Структурная схема прибора

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.

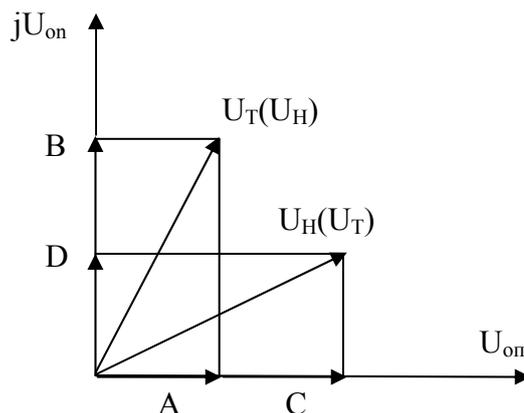


Рисунок 1.3 – Векторная диаграмма

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:

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

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

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

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

Аналогично

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

где R – активное сопротивление;

X – реактивное сопротивление, или

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

и

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

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;
- Знак Государственного реестра Республики Беларусь;
- надпись **Сделано в Беларуси**;
- заводской номер, год изготовления;
- символ С-2 по ГОСТ 23217-98.

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;
- заводской номер и дату изготовления, штамп ОТК и массу брутто – 6 кг.

1.5.3 Пломбирование прибора выполнено мастикой 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;
- 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 для оборудования класса I.

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, НПБ 35-2001. Вероятность возникновения пожара не превышает 10^{-6} в год.

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.

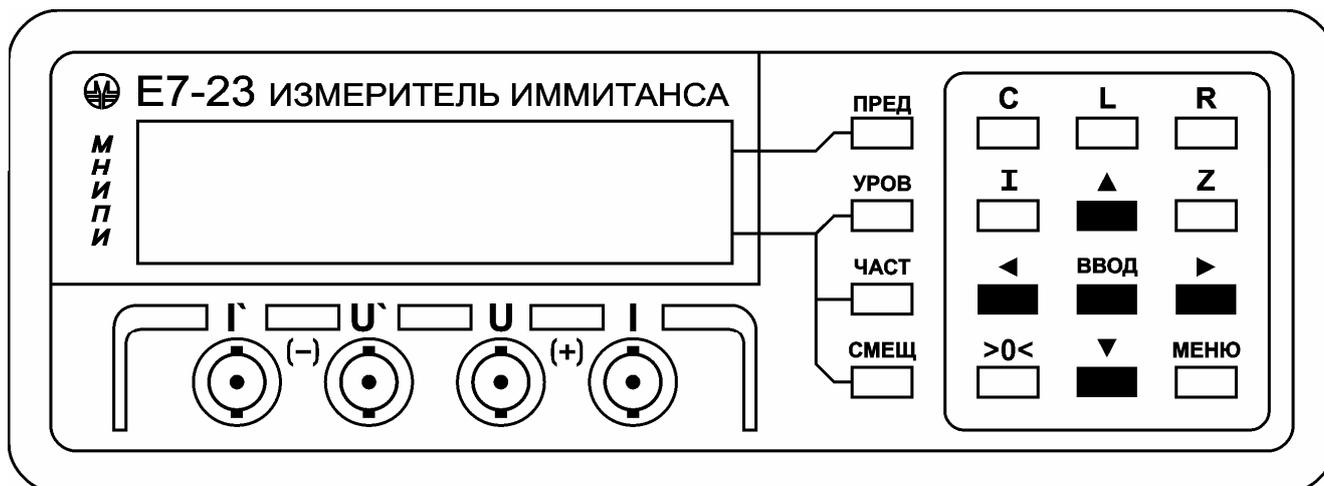


Рисунок 2.1 – Передняя панель прибора. Расположение органов управления

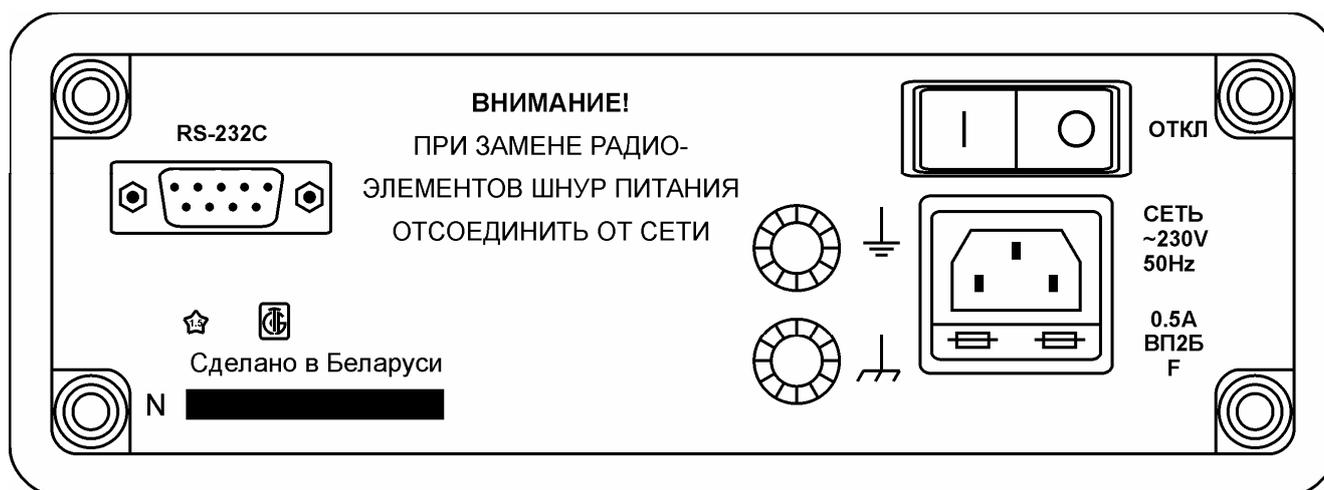


Рисунок 2.2 – Задняя панель прибора. Расположение органов управления

Таблица 2.1

Гравировка	Назначение
Передняя панель	
—	Дисплей (цифровое табло). 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 дисплея 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 дисплея 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
<i>Задняя панель</i>	
ОТКЛ	Переключатель сети. Включение прибора
СЕТЬ ~ 230V 50Hz	Разъем. Подключение сетевого кабеля
0,5A 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 шнура;
- 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 kHz;
- 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 ± 1 МОм.

3.2 Проведение измерений

3.2.1 *Пятизажимные объекты* (например, образцовые меры иммитанса H2-1) 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 $\blacktriangleright 0 \blacktriangleleft$ два раза. На табло появятся символы: «XX, ?», «Да», «Нет». Нажать кнопку напротив символа «Да» (кнопка **ПРЕД**). На табло 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 $\blacktriangleright 0 \blacktriangleleft$. На табло появятся символы: «КЗ, ?», «Да», «Нет». Нажать кнопку напротив символа «Да». На табло 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).

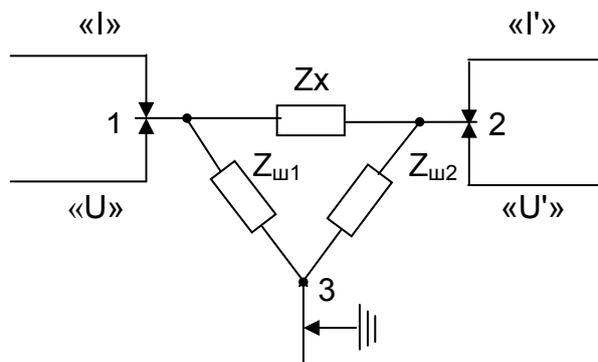


Рисунок 3.1 - Схема подключения трехзажимного объекта

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

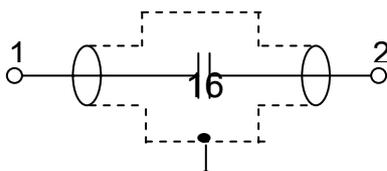


Рисунок 3.2 – Экранированный конденсатор

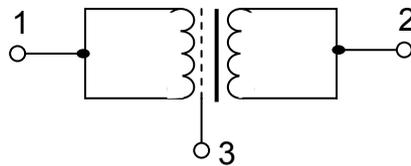


Рисунок 3.3 – Емкость между экранированными обмотками трансформатора

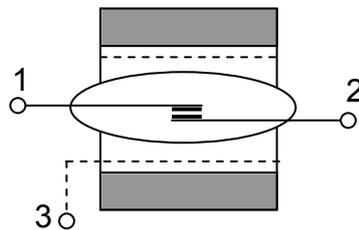


Рисунок 3.4 – Проходная емкость между контактами реле на магнитоуправляемых контактах

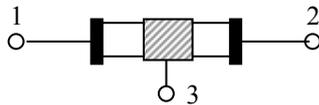


Рисунок 3.5 – Проходной иммитанс резистора или конденсатора с влагозащитным пояском

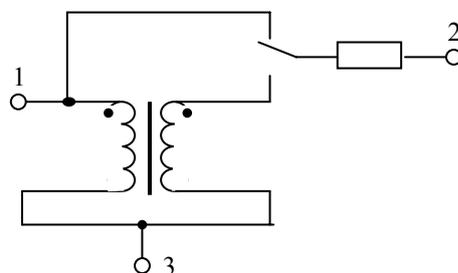


Рисунок 3.6 - Схема для определения фазировки обмоток и коэффициента трансформации трансформатора

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 табло появляется запрос: «ХХ, ?», «Да», «Нет». Нажать кнопку напротив символа «Да». На табло появится счет времени, который будет присутствовать до окончания коррекции.

На табло появятся символы «КЗ, ?», «Да», «Нет». Создать в измерительной цепи прибора режим к.з., закоротив проводником зажимы УП-2. Нажать кнопку напротив символа «Да». На табло 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 дисплей 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 дисплей 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 допусковой контроль производится из раздела меню «Допуск». В разделе меню «Допуск» на табло отображаются:

- в верхней строке – номинальное значение параметра $A_{\text{НОМ}}$. Вид параметра (R, L, C) определяется тем, что выводилось на табло до входа в режим допуска;

- в нижней строке – значения верхнего и нижнего допуска $\delta_{\text{В}}$, $\delta_{\text{Н}}$, в процентах.

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 табло выводится значение измеряемого параметра $A_{\text{ИЗМ}}$ и измеренное значение процентного отклонения δ , в процентах, которое рассчитывается по формуле

$$\delta = \frac{A_{\text{ИЗМ}} - A_{\text{Д}}}{A_{\text{Д}}} 100 \quad (3.1)$$

Если $\delta > \delta_{\text{Н}}$ или $\delta < \delta_{\text{В}}$, то включается звуковой сигнал.

3.2.5.10 Коррекция 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».

Пароль нанесен на внутреннюю сторону боковой панели прибора и становится доступным после вскрытия прибора.

После входа в режим калибровки на табло 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 и 10 кГц. По окончании коррекции нуля сопротивления на табло 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 и 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 табло выводится усредненное значение измеряемого параметра, число отсчетов, а также текущий диапазон и частота.

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

3.2.5.11 Работа прибора с использованием интерфейса RS-232C

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

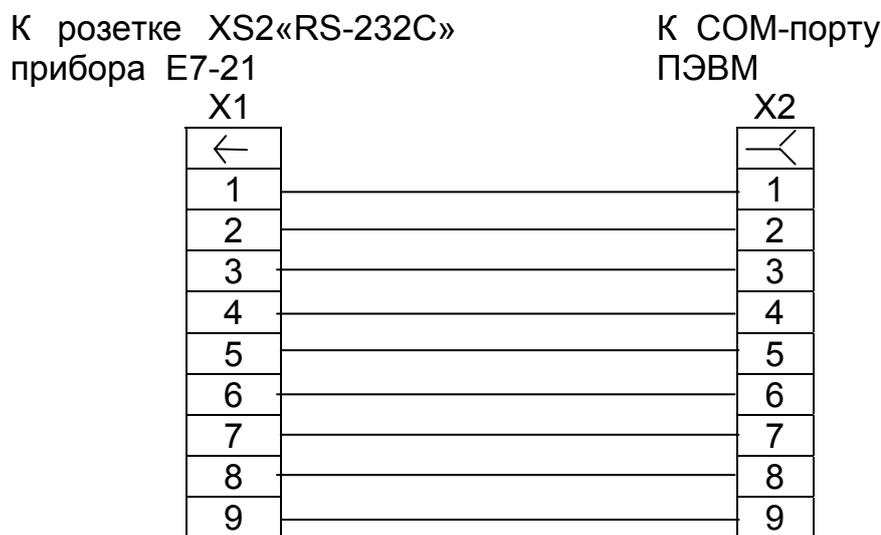
Для подключения прибора к ПЭВМ рекомендуется использовать кабель интерфейсный 685681.001 из комплекта прибора. Схема распайки кабеля интерфейсного приведена на рисунке 3.7.

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

0xAA (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 клавиш управления:

0x01 – ПРЕД;

0x02 – УРОВ;

0x03 – ЧАСТ;

0x04 – СМЕЩ;

0x05 – С;

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. Другие неисправности устраняются специализированными ремонтными предприятиями или изготовителем.

Таблица 5.1

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

6 ХРАНЕНИЕ

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

10 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

10.1 Измеритель иммитанса Е7-23, заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, ТУ ВУ 100039847.060-2005 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

11 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

11.1 Изготовитель гарантирует соответствие прибора требованиям настоящих ТУ при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных в настоящем РЭ.

Гарантийный срок хранения - 6 мес с момента изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации - 24 мес с момента ввода в эксплуатацию.

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

Дата продажи указывается в гарантийном талоне. В случае отсутствия отметки о продаже, срок гарантии исчисляется от даты изготовления прибора.

11.2 Потребитель лишается права на гарантийный ремонт в следующих случаях:

- при нарушении целостности пломб;
- при нарушении правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

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

Корешок талона №1
на гарантийный ремонт измерителя иммитанса E7-23

Изъят

дата

должность, ФИО, подпись

линия отреза

Гарантийный талон № 1
на ремонт измерителя иммитанса E7-23

Изготовитель: РБ, 220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73
Опытный завод ОАО "МНИПИ", тел. (0172) 62-21-79

Заводской № _____ Дата изготовления _____

Дата продажи _____

Продавец _____

подпись или штамп

Штамп торгующей организации _____

Владелец и его адрес _____

фамилия, подпись

Причина неисправности: _____

Принят на гарантийное обслуживание

ремонтным предприятием: _____

Печать руководителя
ремонтного предприятия

дата

подпись

Корешок талона №2
на гарантийный ремонт измерителя иммитанса E7-23

Изъят

дата

должность, ФИО, подпись

линия отреза

Гарантийный талон № 2
на ремонт измерителя иммитанса E7-23

Изготовитель: РБ, 220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73
Опытный завод ОАО "МНИПИ", тел. (0172) 62-21-79

Заводской № _____ Дата изготовления _____

Дата продажи _____

Продавец _____

подпись или штамп

Штамп торгующей организации _____

Владелец и его адрес _____

фамилия, подпись

Причина неисправности: _____

Принят на гарантийное обслуживание

ремонтным предприятием: _____

Печать руководителя
ремонтного предприятия

дата

подпись

12 ОСОБЫЕ ОТМЕТКИ

12.1 Записи о периодической поверке и внеплановых работах по текущему ремонту прибора при его эксплуатации вносят в таблицу 12.1.

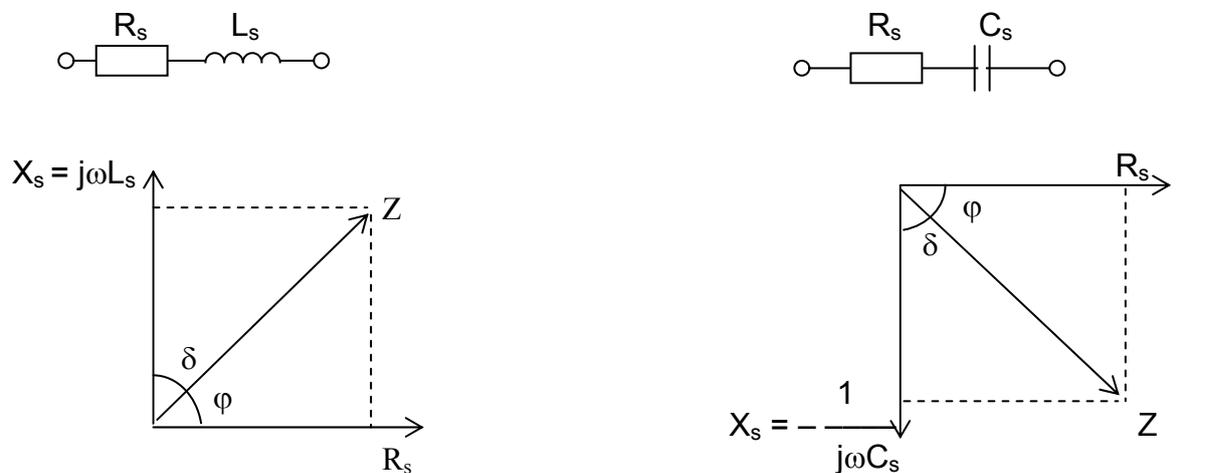
Таблица 12.1

Дата	Наименование работы и причина ее выполнения	Должность, фамилия и подпись (оттиск клейма поверителя)	Примечание

Приложение А (справочное)

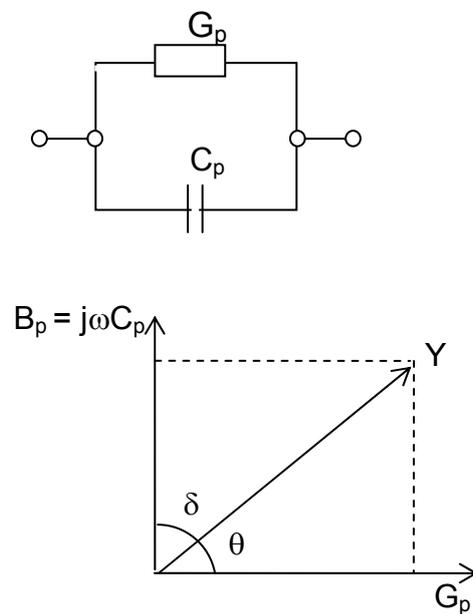
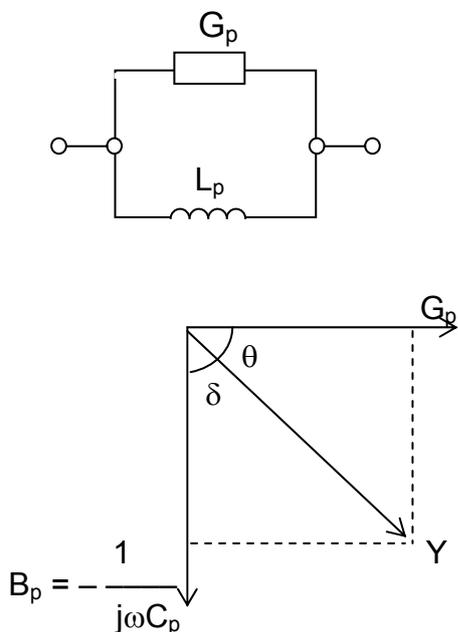
Соотношения для расчета измеряемых параметров

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



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

б) 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	$R_s = Z \cos \varphi$	$R_p = \frac{1}{ Y \cos \theta} = \frac{1}{G_p}$
X	$X_s = Z \sin \varphi$	—
G	—	$G_p = Y \cos \theta$
tg δ	$\text{tg } \delta = D = \frac{R_s}{ X_s }$	$\text{tg } \delta = D = \frac{G_p}{ B_p }$
Q	$Q = \frac{1}{D}$	$Q = \frac{1}{D}$
Z	$ Z = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$	—
φ	$\varphi = \text{arctg } \frac{X_s}{R_s}$	—
<p>Примечание – Угол фазового сдвига комплексной проводимости θ (рисунок А.1 в), г) не индексируется. Определить значение θ можно из выражения $\theta = -\varphi$, где φ - угол фазового сдвига комплексного сопротивления (рисунок А.1 а), б).</p>		

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

Таблица А.2

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