ЗАКАЗАТЬ

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИММИТАНСА

Е7-21

Руководство по эксплуатации

УШЯИ.411218.011 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 ……	10
1.4	Устройство и работа …….	10
1.5	Маркировка и пломбирование ……...	12
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 ……..	13
2.1.3	Опробование……...	14
2.2	Использование прибора……...	14
3	Техническое обслуживание ……...	22
4	Текущий ремонт ……..	23
5	Хранение ..……..	23
6	Транспортирование……..	23
7	Утилизация …….	23
8	Гарантии изготовителя ……...	24
9	Свидетельство об упаковывании …….	24
10	Свидетельство о приемке ……..	25
11	Особые отметки ……	29
Приложение А	Схемы замещения и формулы для пересчета параметров …….	30
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 Е7-21 (далее по тексту прибор) и указания, необходимые для правильной и безопасной его эксплуатации.

Прибор соответствует ТУ РБ 100039847.037-2002 «Измеритель иммитанса Е7-21. Технические условия».

Внешний вид прибора приведен на рисунке 1.1.

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

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 Е7-21. Внешний вид

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ПРИБОРА

1.1 Назначение

1.1.1 Прибор предназначен для измерений электрической емкости, индуктивности, активного сопротивления, электрической проводимости, тангенса угла потерь, добротности электрорадиоэлементов (ЭРЭ) на частотах 0,1 кГц и 1 кГц.

1.1.2 Прибор может быть применен в лабораториях, на предприятиях при входном и производственном контроле ЭРЭ, в ремонтных мастерских.

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

1.1.4 По условиям применения прибор относится к группе 2 ГОСТ 22261-94 с расширенным диапазоном рабочих температур от плюс 5 °С до плюс 40 °С и условиями транспортирования согласно 6.2 настоящего РЭ.

Нормальные условия применения:

- температура воздуха, °С — плюс (20 ± 5);
- относительная влажность воздуха, % — от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) — от 84 до 106,7 (от 630 до 800).

Рабочие условия применения:

- температура воздуха, °С — от плюс 5 до плюс 40;
- 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).

1.1.5 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 С по СТБ МЭК 61000-4-11;
- наносекундные импульсные помехи (пачки), испытательный уровень 2, критерий качества функционирования В по ГОСТ IEC 61000-4-4;
- микросекундные импульсы большой энергии, класс условий эксплуатации 2, критерий качества функционирования В 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 Основные параметры и характеристики (свойства)

1.2.1 Прибор измеряет следующие параметры:

- индуктивность – L_p, L_s;
- электрическую емкость – C_p, C_s;
- активное сопротивление – R_p, R_s;
- электрическую проводимость – G_p
- тангенс угла потерь – $\mathrm{tg}\,\delta$;
- добротность – Q.

Примечания

1 L_p, C_p, R_p, G_p (L_s, C_s, R_s) – параметры при параллельной (последовательной) схеме замещения.

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

1.2.2 Диапазоны измерений параметров соответствуют следующим значениям:

- индуктивности – от 0,1 мкГн до 16 кГн;
- электрической емкости – от 0,1 пФ до 20 мФ;
- активного сопротивления – от 1 мОм до 20 МОм;
- электрической проводимости – от 1 нСм до 10 См;
- тангенса угла потерь и добротности – от 10^{-3} до 10^{3}.

1.2.3 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения L, C, R, G, Q и основной абсолютной погрешности измерения $\mathrm{tg}\,\delta$ при высоком уровне сигнала без усреднения соответствуют значениям, указанным в таблицах 1.1-1.4, при разрядности отсчетного устройства 4.

1.2.4 Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения L, C, R, G, Q и основной абсолютной погрешности измерения $\mathrm{tg}\,\delta$ при низком уровне сигнала на 3-6 диапазонах без усреднения равны утроенной погрешности, указанной в таблицах 1.1-1.4.

На 1, 2, 7, 8 диапазонах при низких уровнях сигнала погрешность измерения параметров не нормируется.

Таблица 1.1

Измеряемый параметр	Рабочая частота, кГц	Номер диапазона	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %
Активное сопротивление R	0,1; 1	1	от 1,000 до 20,00 МОм	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(R/R_н - 1)]$
		2	от 100,0 до 1000 кОм	$\pm[0{,}15 + 0{,}01\cdot(R/R_н - 1)]$
		3	от 10,00 до 100,0 кОм	
		4	от 1,000 до 10,00 кОм	
		5	от 100,0 до 1000 Ом	$\pm[0{,}15 + 0{,}01\cdot(R_к/R - 1)]$
		6	от 10,00 до 100,0 Ом	
		7	от 1,000 до 10,00 Ом	
		8	от 1 до 1000 мОм	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(R_к/R - 1)]$

Примечания

1 R – измеряемое значение активного сопротивления;
$R_н$, $R_к$ – начальное и конечное значения установленного диапазона измерений.

2 Допускается нестабильность показаний прибора, если она не приводит к погрешности измерения, превышающей допускаемые пределы для соответствующего измеряемого параметра.

Таблица 1.2

Измеряемый параметр	Рабочая частота, кГц	Номер диапазона	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %
Электрическая проводимость G	0,1; 1	1	от 1 до 1000 нСм	$\pm[1 + 0,2 \cdot (G_к/G - 1)]$
		2	от 1,000 до 10,00 мкСм	$\pm[0,15 + 0,01 \cdot (G_к/G - 1)]$
		3	от 10,00 до 100,0 мкСм	
		4	от 100,0 до 1000 мкСм	
		5	от 1,000 до 10,00 мСм	$\pm[0,15 + 0,01 \cdot (G/G_н - 1)]$
		6	от 10,00 до 100,0 мСм	
		7	от 100,0 до 1000 мСм	
		8	от 1,000 до 10,00 См	$\pm[1 + 0,2 \cdot (G/G_н - 1)]$

Примечания

1 G – измеряемое значение электрической проводимости;

$G_н$, $G_к$ – начальное и конечное значения установленного диапазона измерений.

2 Допускается нестабильность показаний прибора, если она не приводит к погрешности измерения, превышающей допускаемые пределы для соответствующего измеряемого параметра.

1.2.5 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.

1.2.6 Рабочая частота прибора 0,1 и 1 кГц.

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

1.2.7 Уровень измерительного сигнала (1 ± 0,2) В – высокий, (0,1 ± 0,02) В – низкий (среднеквадратическое значение).

1.2.8 Выходное сопротивление источника измерительного сигнала (1000 ± 100) Ом.

1.2.9 В приборе предусмотрены режимы одиночного измерения и измерения с усреднением за 10 измерительных циклов.

Продолжительность одиночного измерения без усреднения и без выбора диапазона измерений не более 0,7 с.

1.2.10 В приборе обеспечена автоматическая компенсация начальных параметров присоединительных устройств (коррекция нуля).

1.2.11 Прибор обеспечивает автоматический и ручной выбор диапазонов измерений.

1.2.12 Напряжение смещения (2 ± 0,2) В.

1.2.13 Прибор обеспечивает следующие сервисные функции:

- допусковый контроль измеряемых параметров;
- определение процентных отклонений измеряемых параметров от заданной величины.

Таблица 1.3

Измеряемый параметр	Рабочая частота, кГц	Номер диапазона	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности измерения		
				C, % (относительной)	tg δ (абсолютной)	Q, % (относительной)
Электрическая емкость C, тангенс угла потерь tg δ, добротность Q	0,1	1	от 1 до 1600 пФ	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(C_к/C - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[5\cdot(1 + tg^2\delta) + 2C_к/C\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}5\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}2C_к/C\cdot(Q + 1)]$
		2	от 1,600 до 16,00 нФ	$\pm[0{,}15 + 0{,}01\cdot(C_к/C - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[2{,}5\cdot(1 + tg^2\delta) + C_к/C\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}25\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}1C_к/C\cdot(Q + 1)]$
		3	от 16,00 до 160,0 нФ			
		4	от 160,0 до 1600 нФ			
		5	от 1,600 до 16,00 мкФ	$\pm[0{,}3 + 0{,}06\cdot(C/C_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[2{,}5\cdot(1 + tg^2\delta) + C/C_н\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}25\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}1C/C_н\cdot(Q + 1)]$
		6	от 16,00 до 160,0 мкФ			
		7	от 160,0 до 1600 мкФ			
		8	от 1,600 до 20,00 мФ	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(C/C_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[5\cdot(1 + tg^2\delta) + 2C/C_н\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}5\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}2C/C_н\cdot(Q + 1)]$
	1	1	от 0,1 до 160,0 пФ	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(C_к/C - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[5\cdot(1 + tg^2\delta) + 2C_к/C\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}5\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}2C_к/C\cdot(Q + 1)]$
		2	от 160,0 до 1600 пФ	$\pm[0{,}15 + 0{,}01\cdot(C_к/C - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[2{,}5\cdot(1 + tg^2\delta) + C_к/C\cdot(1+ tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}25\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}1C_к/C\cdot(Q + 1)]$
		3	от 1,600 до 16,00 нФ			
		4	от 16,00 до 160,0 нФ			
		5	от 160,0 до 1600 нФ	$\pm[0{,}15 + 0{,}01\cdot(C/C_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[2{,}5\cdot(1 + tg^2\delta) + C/C_н\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}25\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}1C/C_н\cdot(Q + 1)]$
		6	от 1,600 до 16,00 мкФ	$\pm[0{,}3 + 0{,}06\cdot(C/C_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$		
		7	от 16,00 до 160,0 мкФ			
		8	от 160,0 до 1600 мкФ	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(C/C_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[5\cdot(1 + tg^2\delta) + 2C/C_н\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}5\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}2C/C_н\cdot(Q + 1)]$

Примечания

1 C, tg δ, Q – измеряемые значения электрической емкости, тангенса угла потерь, добротности, соответственно;
$C_н$, $C_к$ – начальное и конечное значения установленного диапазона измерений.

2 Точность измерения tg δ (Q) нормируется, если tg $\delta \le 2$ ($Q \ge 0{,}5$) и полное сопротивление объекта измерения находится в пределах от 0,09 до 1,1 от предельного значения полного сопротивления, соответствующего установленному диапазону.

3 Допускается нестабильность показаний прибора, если она не приводит к погрешности, превышающей допускаемые пределы для соответствующего измеряемого параметра.

Таблица 1.4

Измеряемый параметр	Рабочая частота, кГц	Номер диапазона	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности измерения		
				L, % (относительной)	tg δ (абсолютной)	Q, % (относительной)
Индуктивность L, тангенс угла потерь tg δ, добротность Q	0,1	1	от 1,600 до 16,00 кГн	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(L/L_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[5\cdot(1 + tg^2\delta) + 2L/L_н\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}5\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}2L/L_н\cdot(Q + 1)]$
		2	от 160,0 до 1600 Гн	$\pm[0{,}3 + 0{,}06\cdot(L/L_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[2{,}5\cdot(1 + tg^2\delta) + L/L_н(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}25\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}1L/L_н\cdot(Q + 1)]$
		3	от 16,00 до 160,0 Гн			
		4	от 1,600 до 16,00 Гн			
		5	от 160,0 до 1600 мГн	$\pm[0{,}3 + 0{,}06\cdot(L_к/L - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[2{,}5\cdot(1 + tg^2\delta) + L_к/L\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}25\cdot(Q +1/Q) + 0{,}1L_к/L\cdot(Q + 1)]$
		6	от 16,00 до 160,0 мГн			
		7	от 1,600 до 16,00 мГн			
		8	от 1 до 1600 мкГн	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(L_к/L - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[5\cdot(1 + tg^2\delta) + 2L_к/L\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}5\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}2L_к/L\cdot(Q + 1)]$
	1	1	от 160,0 до 1600 Гн	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(L/L_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[5\cdot(1 + tg^2\delta) + 2L/L_н\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}5\cdot(Q +1/Q) + 0{,}2L/L_н\cdot(Q + 1)]$
		2	от 16,00 до 160,0 Гн	$\pm[0{,}3 + 0{,}06\cdot(L/L_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[2{,}5\cdot(1 + tg^2\delta) + L/L_н\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}25\cdot(Q +1/Q) + 0{,}1L/L_н\cdot(Q + 1)]$
		3	от 1,600 до 16,00 Гн			
		4	от 160,0 до 1600 мГн	$\pm[0{,}15 + 0{,}01\cdot(L/L_н - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$		
		5	от 16,00 до 160,0 мГн	$\pm[0{,}15 + 0{,}01\cdot(L_к/L - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[2{,}5\cdot(1 + tg^2\delta) + L_к/L\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}25\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}1L_к/L\cdot(Q + 1)]$
		6	от 1,600 до 16,00 мГн			
		7	от 160,0 до 1600 мкГн	$\pm[0{,}3 + 0{,}06\cdot(L_к/L - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$		
		8	от 0,1 до 160,0 мкГн	$\pm[1 + 0{,}2\cdot(L_к/L - 1)]\cdot\sqrt{1+tg^2\delta}$	$\pm[5\cdot(1 + tg^2\delta) + 2L_к/L\cdot(1 + tg\,\delta)]\cdot10^{-3}$	$\pm[0{,}5\cdot(Q + 1/Q) + 0{,}2L_к/L\cdot Q + 1)]$

Примечания

1 L, tg δ, Q – измеряемые значения индуктивности, тангенса угла потерь, добротности, соответственно;
$L_н$, $L_к$ – начальное и конечное значения установленного диапазона измерений.

2 Точность измерения tg δ (Q) нормируется, если tg $\delta \le 2$ ($Q \ge 0{,}5$) и полное сопротивление объекта измерения находится в пределах от 0,09 до 1,1 от предельного значения полного сопротивления, соответствующего установленному диапазону.

3 Допускается нестабильность показаний прибора, если она не приводит к погрешности, превышающей допускаемые пределы для соответствующего измеряемого параметра.

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

Параметры УП-2:

- сопротивление центрального проводника каждого из кабелей **I**, **U**, **U', I'** не более 0,8 Ом;
- емкость и проводимость центрального проводника каждого из кабелей **I**, **U**, **U', I'** на корпусной вывод УП-2 не более 300 пФ и 100 нСм, соответственно;
- сопротивление между корпусным выводом УП-2 и корпусом каждого из разъемов **I**, **U**, **U', I'** не более 0,15 Ом.

1.2.15 Запас по краям диапазонов измерений не менее 10 % от начального (конечного) значения диапазона.

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

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 течении 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 питания при номинальном напряжении 230 В, не более 10 В·А.

1.2.21 Прибор обеспечивает обмен информацией с персональным компьютером (ПК) по интерфейсу RS-232C.

1.2.22 Электрическая изоляция цепей прибора выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия в течение 1 мин действие испытательного напряжения 1,5 кВ.

1.2.23 Прибор обеспечивает следующие показатели надежности:

- средняя наработка на отказ –- не менее 20 000 ч;
- средний срок службы – не менее 5 лет;
- среднее время восстановления работоспособности прибора – не более 3 ч.

Критерием отказа является несоответствие требованиям 1.2.3 и 1.2.4;

1.2.24 Масса прибора не более 2,5 кг.

Масса прибора с упаковкой не более 5 кг.

1.2.25 Габаритные размеры прибора (без ручки) не более 265 х 90 х 320 мм.

1.2.26 Содержание драгоценных материалов, г:

- серебро – 0,134500
- платина – 0,012620
- палладий – 0,051700

1.3 Состав комплекта поставки

1.3.1 Прибор поставляется в комплекте, приведенном в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Обозначение	Наименование	Коли-чество	Примечание
УШЯИ.411218.011	Измеритель иммитанса Е7-21	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
	Кабель интерфейсный	1	Для подключения прибора к персональному компьютеру
АГ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	2	Допускается замена на аналогичную с током 0,5 А, быстродействие F
УШЯИ.411218.011 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
УШЯИ.411218.011 МП (МРБ МП.4442-2025)	Методика поверки	1	
УШЯИ.305641.044	Упаковка	1	
* 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.

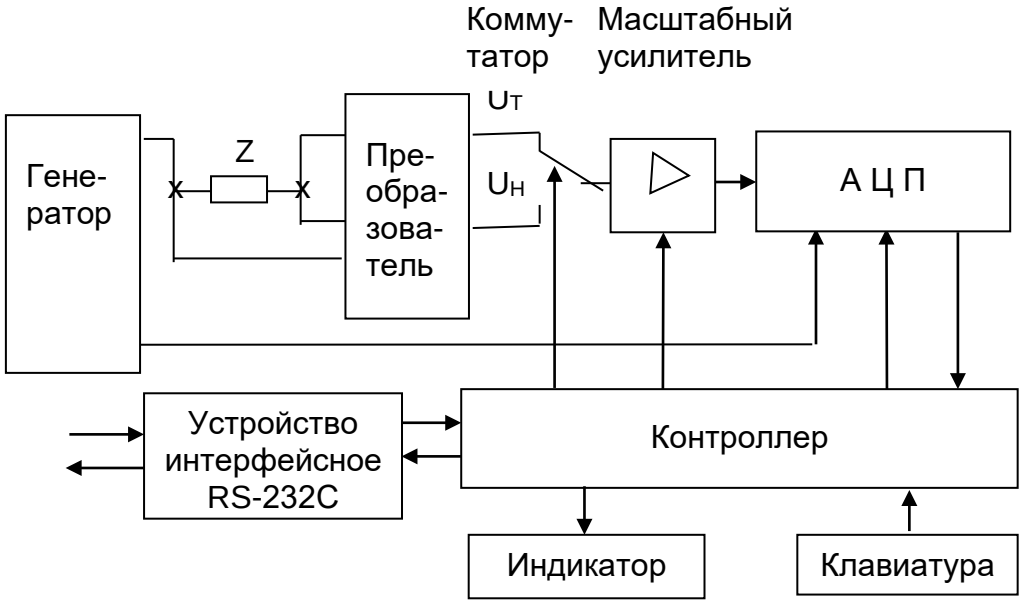


Рисунок 1.2 – Структурная схема прибора

Напряжение рабочей частоты от генератора подается на измеряемый объект, подключаемый к преобразователю $Y \rightarrow U_T$, U_H. 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.

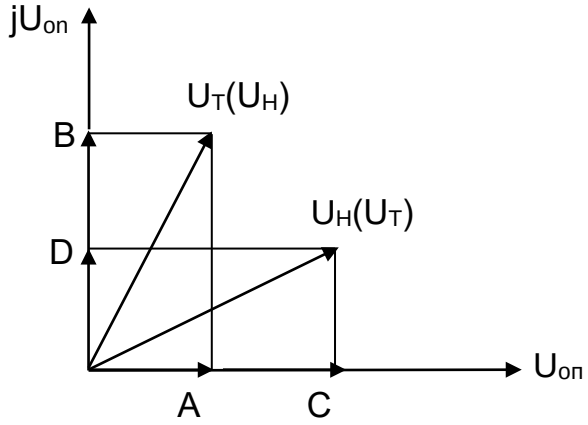


Рисунок 1.3 – Векторная диаграмма

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:

$$Y = G + jB' = \frac{U_T}{U_H} = \frac{U_X}{U_O} = \frac{A + jB}{C + jD}, \qquad (1.1)$$

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

$$G = \frac{AC + BD}{C^2 + D^2} \qquad (1.2)$$

$$B' = \frac{BC - AD}{C^2 + D^2} \qquad (1.3)$$

Аналогично

$$Z = R + jX = \frac{U_H}{U_T} = \frac{U_X}{U_O} = \frac{A + jB}{C + jD}, \qquad (1.4)$$

где R – активное сопротивление; X – реактивное сопротивление, или

$$R = \frac{AC + BD}{C^2 + D^2} \qquad (1.5)$$

и

$$X = \frac{BC - AD}{C^2 + D^2} \qquad (1.6)$$

При измерении высокоомных объектов (1-4 диапазоны измерения), 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 (5-8 диапазоны) 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, 100 и 1 000 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 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»;
- символ испытательного напряжения изоляции « 1,5 » (символ С-2 по ГОСТ 23217-78).

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 и 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 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 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 1.5.

В случае длительного хранения в условиях, отличающихся от нормальных, выдержать прибор в нормальных климатических условиях в течение 4 ч.

Для подключения прибора к сети питания и объекту измерения использовать соединительные кабели из комплекта поставки.

2.1.2 Меры безопасности

2.1.2.1 По требованиям безопасности прибор соответствует ГОСТ IEC 61010-1-2014 (оборудование класса I, категория перенапряжения II, степень загрязнения 2).

Заземление корпуса прибора обеспечивается конструкцией вилки сетевого кабеля.

2.1.2.2 Изоляция между соединенными между собой сетевыми штырями сетевой вилки, с одной стороны, и всеми доступными токопроводящими частями, соединенными между собой, с другой стороны, выдерживает в нормальных условиях применения испытательное напряжение 1,5 кВ (среднее квадратическое значение) частотой 50 Гц.

Сопротивление между штырем защитного заземления и каждой доступной токопроводящей частью прибора не более 0,1 Ом.

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 в ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ IEC 60950-1-2014.

Вероятность возникновения пожара не должна превышать 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 Опробование

2.1.3.1 Проверка функционирования прибора

Проверку функционирования прибора проводят в следующей последовательности:

- к гнездам **I′, U′, U, I** подключают УП-2;

- устанавливают переключатель сети в положение **ОТКЛ**. Подключают прибор к питающей сети с помощью сетевого кабеля;

- устанавливают переключатель сети в положение **ВКЛЮЧЕНО**. На индикаторе на короткое время появится надпись «Измеритель иммитанса Е7-21» и установится основной режим;

- при разомкнутых зажимах УП-2 нажимают кнопку **ХХ**. При этом прибор проведет калибровку нуля «холостого хода». В ходе калибровки на индикаторе присутствует обратный счет времени калибровки.

По окончании калибровки устанавливают следующий режим:

параметр	G_P;
частота	1 кГц;
уровень	1 В;
диапазон	А(автоматический выбор);
смещение	Откл;
усреднение	Откл.

Показание прибора при разомкнутых зажимах УП-2 должно быть в пределах ±2 нСм;

- замыкают зажимы УП-2 при помощи медной или алюминиевой пластинки или отрезка провода. Нажимают кнопку **КЗ**. При этом прибор проведет калибровку нуля «короткого замыкания».

По окончании калибровки устанавливают режим, аналогичный режиму после калибровки нуля «холостого хода», а измеряемый параметр – R_S..

При этом показание прибора должно быть в пределах ±2 мОм.

2.2 Использование прибора

2.2.1 Органы управления

2.2.1.1 Расположение органов управления представлено на рисунках 2.1, 2.2.

Назначение органов управления приведено в таблице 2.1.

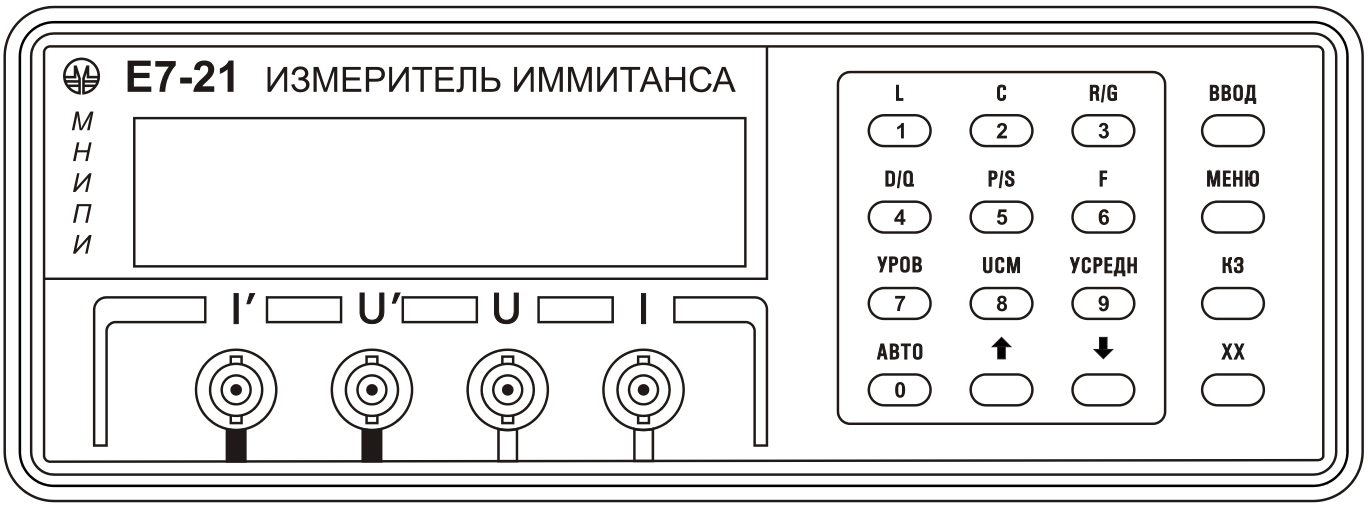


Рисунок 2.1 – Передняя панель прибора



Рисунок 2.2 – Задняя панель прибора

Таблица 2.1

Маркировка	Назначение
Передняя панель	
I, U, U′, I′	Разъемы – подключение присоединительных устройств
L, C, R/G, D/Q	Кнопки – выбор измеряемого параметра
P/S	Кнопка – выбор эквивалентной схемы
F	Кнопка – выбор рабочей частоты
УРОВ	Кнопка – выбор уровня сигнала
Uсм	Кнопка – включение (отключение) смещения
УСРЕДН	Кнопка - включение (отключение) усреднения, в режиме калибровки - включение (отключение) калибровочных коэффициентов
АВТО	Кнопка - включение (отключение) автоматического выбора диапазона
⇧, ⇩	Кнопки – увеличение (уменьшение) номера диапазона в основном режиме, смещение меню вверх (вниз) в режиме меню
0…9	Кнопки – набор цифр
ВВОД	Кнопка – перевод кнопочной панели в цифровой режим, запись набранных цифровых значений и возврат кнопочной панели из цифрового режима, вход в выбранную позицию меню
МЕНЮ	Кнопка – переход из основного режима в режим меню и обратно
КЗ, ХХ	Кнопки – включение калибровки нуля короткого замыкания, холостого хода
Задняя панель	
RS-232C	Разъем – включение интерфейсного кабеля
ОТКЛ	Переключатель сети – включение (отключение) прибора
СЕТЬ 230V50Hz	Разъем – включение сетевого кабеля
ВП2Б-1 0,5 А	Предохранитель – 2 шт.

2.2.2 Проведение измерений

2.2.2.1 Для проведения измерения необходимо подключить УП-2 к прибору с помощью разъемов **I, U, U′, I′** в соответствии с маркировкой, а измеряемый объект подключить к зажимам УП-2. При измерении объектов трехзажимной конструкции экранный вывод объекта необходимо подключить к корпусному выводу УП-2.

2.2.2.2 Для получения максимально возможной точности измерения необходимо провести компенсацию остаточных параметров УП-2.

Для этого следует:

- при разомкнутых и разведенных в сторону зажимах УП-2 нажать кнопку **ХХ**;
- при замкнутых накоротко (с помощью отрезка медного провода) зажимах УП-2 нажать кнопку **КЗ**.

2.2.3 Измерение трехзажимных объектов

Трехзажимный объект может быть представлен треугольником иммитанса (рисунок 2.3).

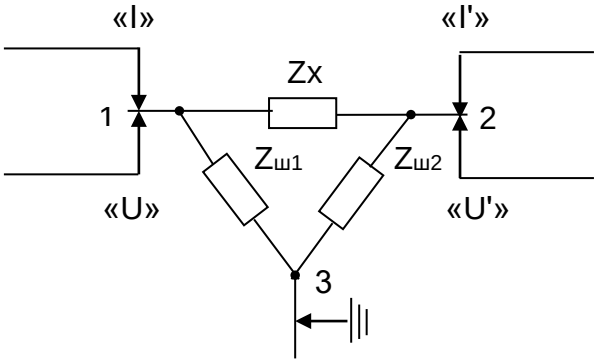


Рисунок 2.3 – Схема подключения трехзажимного объекта

Импеданс Zx является собственно измеряемым, $Z_{ш1}$ и $Z_{ш2}$ – шунтирующие импедансы, точки 1, 2 подключаются к зажимам присоединительных устройств, точка 3 – к корпусному выводу. Шунтирующие импедансы 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.

Импедансы $Z_{ш1}$ и $Z_{ш2}$ на частоте измерения должны быть не ниже 10 кОм, сопротивление $Z_{ш2}$ постоянному току – не менее 1 кОм.

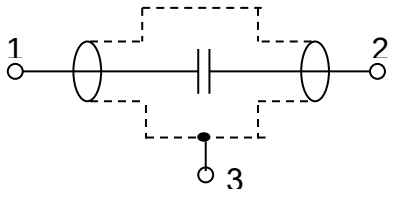


Рисунок 2.4 – Экранированный конденсатор

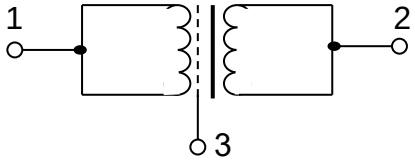


Рисунок 2.5 – Емкость между экранированными обмотками трансформатора

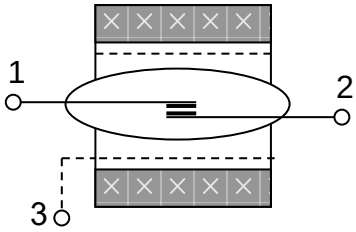


Рисунок 2.6 – Проходная емкость между контактами реле
на магнитоуправляемых контактах

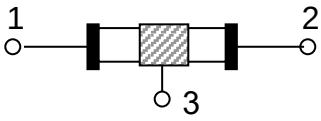


Рисунок 2.7 – Проходной иммитанс резистора или конденсатора с
влагозащитным пояском

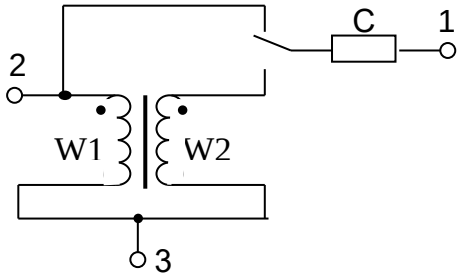


Рисунок 2.8 - Схема для определения фазировки обмоток и коэффициента
трансформации трансформатора

2.2.4 Выбор (установка) режима измерения прибора

2.2.4.1 Прибор имеет основной режим работы и режим меню. При включении прибора автоматически устанавливается основной режим, предназначенный для измерения параметров L, C, R, G, D, Q.

В режиме меню производится калибровка прибора, допусковый контроль измеряемых параметров, измерение процентных отклонений измеряемых параметров от заданной величины. Переход из основного режима работы в режим меню осуществляется нажатием кнопки **МЕНЮ**. Переход из режима меню в основной режим работы осуществляется повторным нажатием кнопки **МЕНЮ**.

2.2.4.2 Выбор измеряемого параметра

Выбор измеряемого параметра производится нажатием одной из кнопок **L, C, R/G, D/Q** и индицируется соответствующим символом.

2.2.4.3 Выбор эквивалентной схемы

Выбор эквивалентной схемы производится кнопкой **P/S** (параллельная/ последовательная). При включении прибора выбор эквивалентной схемы производится автоматически. Если измерение проводилось на 1-4 диапазонах – параллельная схема, если измерение проводилось на 5-8 диапазонах – последовательная схема.

2.2.4.4 Выбор диапазона измерений

Выбор диапазона измерений может быть произведен автоматически при нажатии кнопки **АВТО**. При повторном нажатии кнопки **АВТО** диапазон, выбранный перед этим в автоматическом режиме, фиксируется. При этом индицируется номер выбранного зафиксированного диапазона.

Выбор диапазона измерений может быть произведен так же нажатием кнопок ⇧, ⇩ (увеличение номера диапазона, уменьшение номера диапазона).

2.2.4.5 Выбор измерительного сигнала

Выбор нужного уровня измерительного сигнала (0,1 или 1 В) производится нажатием кнопки **УРОВ**. При этом знак «~» на индикаторе в нижней части знакоместа означает уровень 0,1 В, знак «~» в верхней части знакоместа означает уровень 1 В.

2.2.4.6 Включение (отключение) напряжения смещения

Для включения (отключения) напряжения смещения 2 В необходимо нажать кнопку **Uсм**. При этом на индикаторе появляется (исчезает) знак «=». Напряжение смещения положительной полярности 2 В подается на измеряемый конденсатор через выводы I, U. Ток утечки через измеряемый конденсатор не должен превышать 0,2 мА. Постоянная времени заряда измеряемого конденсатора, в секундах, ориентировочно составляет 6С, где С – емкость измеряемого конденсатора, мФ.

2.2.4.7 Повышение разрешающей способности прибора

Для повышения разрешающей способности прибора, необходимой, например, при компарировании, при измерении температурных коэффициентов ЭРЭ, в приборе предусмотрен режим усреднения за 10 измерительных циклов.

Включение (отключение) режима усреднения производится нажатием кнопки **УСРЕДН**. В режиме усреднения на индикаторе появляется знак «$\overline{X}$».

2.2.4.8 Вход в выбранную позицию меню

Вход в выбранную позицию меню производится нажатием кнопки **ВВОД.**

Кроме того, нажатием кнопки **ВВОД** производится перевод кнопочной панели в цифровой режим. В этом режиме кнопками **0…9** на индикаторе набираются необходимые цифры. Повторным нажатием кнопки **ВВОД** производится возврат кнопочной панели из цифрового режима.

2.2.4.9 Включение калибровки нуля

Включение калибровки нуля короткого замыкания (холостого хода) производится кнопками **КЗ** (**ХХ**).

2.2.4.10 Вход в режим допускового контроля

Вход в режим допускового контроля осуществляется из позиции «Допусковый контроль» режима меню нажатием кнопки **ВВОД**. На индикаторе появится надпись «ДК».

Если значение измеряемого параметра объекта меньше нижней границы допуска, то на индикаторе появляется знак «<<». Если значение измеряемого параметра находится в пределах от нижней до верхней границы допуска, то на индикаторе появляется знак « ■» и звучит прерывистый гудок. Если значение измеряемого параметра больше верхней границы допуска, то на индикаторе появляется знак «>>».

Выход из режима допускового контроля осуществляется нажатием кнопки **МЕНЮ**.

Вход в режим программирования границ допуска из режима допускового контроля осуществляется нажатием кнопки **ВВОД**.

При программировании границ допуска, запятая на дисплее устанавливается автоматически в соответствии с установленным номером предела измерения и частотой измерения. Размерность определяется выбором параметра. После выключения прибора набранные значения границ допуска стираются.

Пример

Пусть требуется разбраковать на зоны конденсаторы:

- менее 180 нФ – первая зона;
- от 180 до 220 нФ – вторая зона;
- более 220 нФ – третья зона.

Рабочая частота 100 Гц.

Последовательность операций приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Нажимаемая кнопка	Показание дисплея	Комментарий
МЕНЮ	Допусковый контроль	Позиция меню «Допусковый контроль»
ВВОД	ДК	Режим «Допусковый контроль»
⇧, ⇩	4	Установка диапазона 4
F	100 Гц	Установка рабочей частоты 100 Гц
C	□□□, □ нФ	Установка режима измерения емкости
ВВОД	□□□, □ нФ В □□□, □ нФ Н	Готовность к программированию верхней и нижней границ допуска
1,8,0,0 **2,2,0,0**	180,0 нФ Н 220,0 нФ В	Конец программирования верхней и нижней границ допуска
ВВОД	ДК	Готовность к разбраковке конденсаторов

2.2.4.11 Вход в режим определения процентных отклонений

Вход в режим определения процентных отклонений измеряемых параметров от заданной величины осуществляется из режима меню (позиция «Процентное отклонение») нажатием кнопки **ВВОД**. На индикаторе появится знак «δ».

Повторным нажатием кнопки **ВВОД** устанавливается режим программирования номинального значения параметра $A_{ном}$. Процентное отклонение, %, выводится на индикатор и рассчитывается по формуле

$$\frac{(A_{изм} - A_{ном}) \cdot 100}{A_{ном}}, \qquad (3.1)$$

где $A_{изм}$ – измеренное в абсолютных единицах значение измеряемого параметра;

$A_{ном}$ – номинальное (заданное) значение измеряемого параметра.

Выход из режима измерения процентных отклонений осуществляется нажатием кнопки **МЕНЮ**.

2.2.4.12 Вход в режим калибровки

Вход в режим калибровки осуществляется из режима меню (позиция «Калибровка») нажатием кнопки **ВВОД**. На индикаторе появится надпись «Пароль» и приглашение для набора пароля. Режим калибровки предполагается использовать в ходе настройки прибора при выпуске из производства и после ремонта, поэтому значение пароля наносится на плату УШЯИ.687243.181 и становится доступным после вскрытия прибора.

После набора пароля прибор выходит в режим калибровки. Режим калибровки отличается наличием на индикаторе одного измеряемого параметра вместо двух в режиме измерения. Калибровка прибора проводится согласно таблице 2.3.

Таблица 2.3

Нажимаемая кнопка	Комментарий
ХХ	Калибровка 1-4 пределов при х.х.
КЗ	Калибровка 5-8 пределов при к.з.
R/G	Калибровка предела 1 по мере 100 кОм
R/G	Калибровка предела 2 по мере 100 кОм
R/G	Калибровка предела 3 по мере 10 кОм
R/G	Калибровка предела 4 по мере 1 кОм
R/G	Калибровка предела 5 по мере 1 кОм
R/G	Калибровка предела 6 по мере 100 Ом
R/G	Калибровка предела 7 по мере 10 Ом
R/G	Калибровка предела 8 по мере 10 Ом

После проведения калибровки для сохранения калибровочных коэффициентов необходимо погасить символ «*» нажатием кнопки **L** и выйти в режим измерений нажатием кнопки **МЕНЮ**. В режиме калибровки кнопка **L** служит для включения/выключения символа «*». Наличие символа «*» в режиме измерения означает, что калибровочные коэффициенты не учитываются в результатах измерений.

2.2.4.13 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 2.9.

Прибор обеспечивает следующие режимы работы:

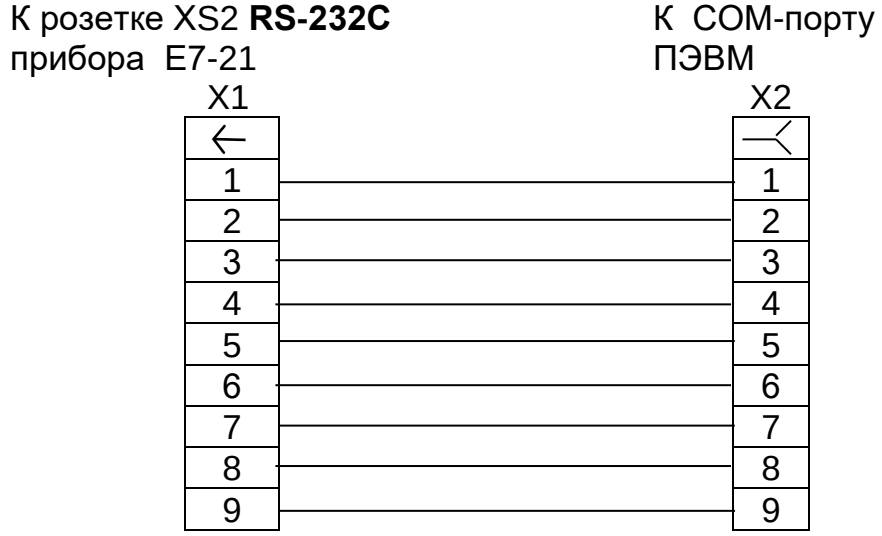
- дистанционное/местное управление;
- выдачу результата измерения;
- выдачу сообщения о перегрузке;
- выдачу сообщения об ошибке;
- выдачу сообщения о состоянии измерителя.

Прибор постоянно находится в режиме приема данных.

Прибор подтверждает прием через интерфейс символа, соответствующего номеру кнопки, ответной посылкой в систему этого же символа («эхо»-сигнала).

Передача прибору строки символов должна быть организована через ожидание «эхо»-сигналов на каждый переданный символ, в противном случае прием прибором всех символов строки не гарантируется.

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



X1 – вилка DB-9M
X2 – розетка DB-9F

Рисунок 2.9 – Схема распайки кабеля интерфейсного

Протокол обмена прибора с компьютером

Прибор непрерывно находится в режиме передачи. Формат передаваемого кадра: $AA, $Re_Lo, $Re_Mid, $Re_Hi, $Re_Exp, $Im_Lo, $Im_Mid, $Im_Hi, $Im_Exp, $Limit, $Status;

где $AA – байт синхронизации;

$Re_Lo, $Re_Mid, $Re_Hi, $Re_Exp – младший, средний, старший байт и байт степени действительной части иммитанса (число с плавающей точкой);

$Im_Lo, $Im_Mid, $Im_Hi, $Im_Exp – младший, средний, старший байт и байт степени мнимой части иммитанса (число с плавающей точкой);

$Limit – предел измерения;

$Status – байт состояния прибора (0-й бит – смещение, 1-й бит – частота, 2-й бит – уровень, 3-й бит – напряжение батарей, 4-й бит – режим “Авто”).

Прибор принимает однобайтные команды управления, приведенные в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Значение байта	Команда	Значение байта	Команда
0x0	Кнопка **L**	0x8	Кнопка **УРОВ**
0x1	Кнопка **C**	0x9	Кнопка **Uсм**
0x2	Кнопка **R/G**	0xA	Кнопка **УСРЕДН**
0x3	Кнопка **ВВОД**	0xB	Кнопка **КЗ**
0x4	Кнопка **D/Q**	0xC	Кнопка **АВТО**
0x5	Кнопка **P/S**	0xD	Кнопка ↑
0x6	Кнопка **F**	0xE	Кнопка ↓
0x7	Кнопка **МЕНЮ**	0xF	Кнопка **ХХ**

2.2.4.14 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 «ПЕРЕГР».

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 5-10 с включить его.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 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.

3.2 Прибор необходимо содержать в чистоте, оберегать от воздействия влаги, грязи, пыли, ударов и падений.

3.3 Поверка прибора проводится не реже одного раза в год по методике поверки МРБ МП.4442-2025 и отметка о поверке заносится в таблицу 11.1.

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1 Перечень возможных неисправностей прибора и способы их устранения приведены в таблице 4.1. Другие неисправности устраняются специализированными ремонтными предприятиями или изготовителем.

Таблица 4.1

Описание отказа	Вероятная причина	Указания по устранению причины отказа
При включенном приборе отсутствует подсветка индикатора и индикация	Неисправны предохранители в сетевом отсеке	Заменить предохранители. Если подсветка и индикация не появятся, прибор необходимо сдать в ремонт
На индикаторе прибора показания не обновляются или беспорядочны	Сбой в работе микропроцессора	Выключить прибор и через 5 -10 с повторно включить. Если показания не появятся, прибор необходимо сдать в ремонт

5 ХРАНЕНИЕ

5.1 Прибор следует хранить 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.

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 50 °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 Е7-21, заводской номер _____

Упакован _____
(наименование или код изготовителя)

согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

_____ _____
(личная подпись) (расшифровка подписи)

_____
(год, месяц, число)

Приложение А
(справочное)

Схемы замещения и формулы для пересчета параметров

Параллельная и последовательная схемы замещения, используемые для определения иммитансных параметров измеряемого объекта, приведены на рисунке А.1.

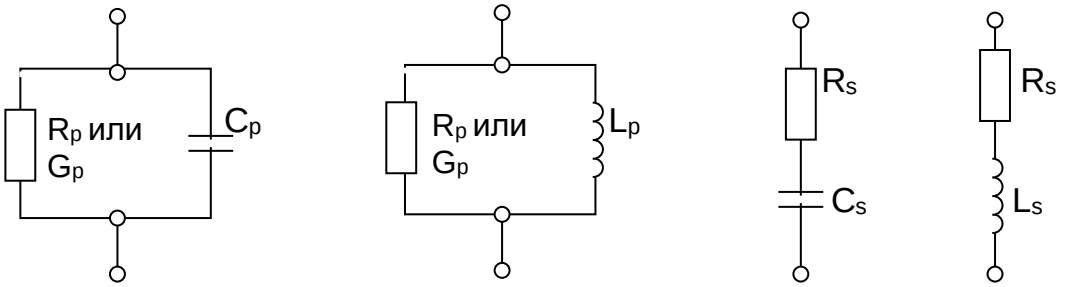


Рисунок А.1 – Параллельная и последовательная схемы замещения измеряемого объекта

Для пересчета параметров схем замещения используются соотношения, приведенные в таблице А.1.

Таблица А.1

Основная формула	Упрощенная формула при		Формула для определения D
	D<<1	D>>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.			

ЗАКАЗАТЬ