ЗАКАЗАТЬ

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИММИТАНСА

Е7-30

Руководство по эксплуатации

УШЯИ.411218.021 РЭ

Содержание

1 Назначение …….. 4
2 Технические характеристики ……..……..…….. 4
3 Состав комплекта поставки …… 9
4 Устройство и работа ……..……... 10
5 Маркировка и пломбирование …… 11
6 Упаковка ……... 11
7 Меры безопасности ……... 12
8 Подготовка к работе …….. 12
9 Порядок работы …….. 13
9.1 Назначение органов управления ……... 13
9.2 Функции меню …….. 15
9.3 Измерение с УП-2 ……..…… 15
9.4 Измерение с УП-5 …….. 16
9.5 Измерение трехзажимных объектов …… 16
9.6 Выбор режима работы прибора……..…… 17
9.6.1 Выбор измеряемой величины…….. 17
9.6.2 Включение режима «Автовыбор измеряемой величины»…… 17
9.6.3 Установка частоты испытательного сигнала ……..... 18
9.6.4 Установка напряжения испытательного сигнала …… 18
9.6.5 Установка напряжения смещения ……... 18
9.6.6 Выбор предела измерений $|Z|$ ……..... 19
9.6.7 Выбор схемы замещения …….. 19
9.6.8 Допусковый контроль и процентное отклонение …… 19
9.6.9 Измерение тока утечки …….. 19
9.6.10 Частотный анализ …… 19
9.6.11 Установка скорости измерений …… 20
9.6.12 Калибровка …… 20
9.6.13 Коррекция нуля …….…… 20
9.6.14 Интерфейсы RS-232 и USB 2.0 …… 20
10 Техническое обслуживание …….. 22
11 Перечень возможных неисправностей …….. 23
12 Хранение ……..... 23
13 Транспортирование……..…… 23
14 Свидетельство об упаковывании ……... 24
15 Утилизация ……..... 24
16 Гарантии изготовителя…… 24
17 Свидетельство о приемке …… 25
18 Особые отметки …… 29
Приложение А Перечень предприятий, осуществляющих гарантийное и послегарантийное обслуживание прибора …… 30

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о принципе работы, устройстве и конструкции, характеристиках измерителя иммитанса Е7-30 (далее по тексту прибор) и указания, необходимые для правильной и безопасной его эксплуатации.

Прибор соответствует ТУ BY 100039847.147-2016 «Измеритель иммитанса Е7-30. Технические условия».

Примечание – Иммитанс – термин, объединяющий понятия комплексного сопротивления (импеданс) и комплексной проводимости (адмитанс).

Общий вид прибора приведен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Измеритель иммитанса Е7-30. Общий вид

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 подключать к измерительным цепям прибора объекты, находящиеся под напряжением;

- при работе с напряжением смещения необходимо подключить объект измерения при снятом (нулевом) напряжении смещения, затем установить напряжение смещения и произвести необходимые измерения, установить нулевое значение напряжения смещения и после этого отключить объект измерения;

- избегать падений и ударов прибора о твердые поверхности, натяжения и изгибов соединительных кабелей, загрязнения и деформации контактирующих поверхностей.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

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 в диапазоне частот от 25 Гц до 3 МГц и тока утечки.

1.2 Прибор может быть использован для научных исследований, контроля качества электрорадиоэлементов (ЭРЭ), измерения неэлектрических величин с применением измерительных преобразователей неэлектрических величин в одну из измеряемых прибором величин в лабораториях, на предприятиях, в ремонтных мастерских.

1.3 Прибор предназначен для работы от сети переменного тока напряжением (230 $\pm$ 23) В номинальной частотой 50 Гц.

1.4 По условиям применения прибор относится к группе 3 ГОСТ 22261-94 с диапазоном рабочих температур от плюс 5 °С до плюс 45 °С.

1.5 Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха (20 $\pm$ 2) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст).

1.6 Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха от плюс 5 °С до плюс 45 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре плюс 25 °С;
- атмосферное давление от 84,0 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.).

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Прибор измеряет следующие физические величины (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 – tg δ (допускается обозначение D – фактор потерь);
- добротность – Q;
- модуль комплексного сопротивления – $|Z|$;
- угол фазового сдвига комплексного сопротивления – φ;
- ток утечки – I.

2.2 Диапазоны измерений не менее значений, приведенных в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Параметр	Диапазон измерений
R_s, R_p, X_s, $\lvert Z \rvert$	От 0,01 мОм до 1 ГОм
L_s, L_p	От 0,01 нГн до 10 кГн
C_s, C_p	От 0,001 пФ до 1 Ф
G_p	От 0,01 нСм до 10 См
D, Q	От 10^{-4} до 10^4
φ	От минус 90° до плюс 90°
I	От 0,01 мкА до 10 мА
Примечание – Формат показаний 5 десятичных разрядов.	

2.3 Пределы допускаемой основной погрешности измерения соответствуют данным, приведенным в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Измеряемая величина	Пределы допускаемой основной относительной (δ, %) и абсолютной (Δ) погрешности измерения
$\lvert Z \rvert$	$\delta Z = \pm A1 \cdot A2 \cdot \sqrt{1\ В/U}$
φ	$\Delta_\varphi = \pm(\delta Z / 1\ \%)°$
R_s, R_p, G_p	$\delta_R = \delta_G = \delta Z\ (1 + Q)$
C_s, C_p, L_s, L_p, X_s	$\delta_C = \delta_L = \delta_X = \delta Z(1 + D)$
D	$\Delta_D = \pm\left(\frac{\delta Z}{100\ \%}\right) \cdot (1 + 10D)$ при $D \le 1$
	$\delta_D = \delta Z \cdot (10 + D)$ при $D > 1$
Q	$\delta_Q = \delta Z \cdot (10 + Q)$ при $Q > 1$
	$\Delta_Q = \pm\left(\frac{\delta Z}{100\ \%}\right) \cdot (1 + 10Q)$ при $Q \le 1$
I	$\delta_I = \pm(3 + 10\ мкА/I)$

Примечания

1 A1, A2 – коэффициенты, определяемые из таблиц 2.3, 2.4.

2 U – значение напряжения испытательного сигнала, установленное на индикаторе, В.

3 D, Q – измеренное значение параметра D, Q.

4 I – измеренное значение тока утечки, мкА.

5 При частотах более 1 МГц, а также на пределе 10 МОм при напряжении испытательного сигнала менее 40 мВ погрешность измерения не нормируется.

Таблица 2.3

Предел измерений $\lvert Z \rvert$	Диапазон измерений $\lvert Z \rvert$	Значение коэффициента А1 на частотах					
		от 25 до 99 Гц	от 100 до 999 Гц	1 кГц	св. 1 до 10 кГц	св. 10 до 100 кГц	св.100 до 1000 кГц
10 МОм	от 1 до 1000 МОм	$1+0,1(\frac{\lvert Z \rvert}{10^6}-1)$	$0,5+0,05(\frac{\lvert Z \rvert}{10^6}-1)$	$0,4+0,04(\frac{\lvert Z \rvert}{10^6}-1)$	—	—	—
1 МОм	от 100 кОм до 1 МОм	1	0,3	0,2	0,5	—	—
100 кОм	от 10 до 100 кОм	0,5	0,2	0,1	0,2	0,9	—
10 кОм	от 1 до 10 кОм	0,5	0,1	0,1	0,2	0,5	$0,8+0,2(\frac{\lvert Z \rvert}{10^3}-1)$
1 кОм	от 100 Ом до 1 кОм	0,5	0,2	0,1	0,2	0,3	$0,3+0,06(\frac{\lvert Z \rvert}{100}-1)$
100 Ом	от 10 до 100 Ом	0,6	0,2	0,2	0,3	0,3	$0,3+0,06(\frac{100}{\lvert Z \rvert}-1)$
10 Ом	от 1 до 10 Ом	1	0,3	0,3	0,4	0,8	$0,8+0,2(\frac{10}{\lvert Z \rvert}-1)$
1 Ом	от 10 мкОм до 1 Ом	$1+0,2(\frac{1}{\lvert Z \rvert}-1)$	$0,7+0,1\frac{1}{\lvert Z \rvert}-1)$	$0,4\ +0,08(\frac{1}{\lvert Z \rvert}-1)$	$0,4+0,08(\frac{1}{\lvert Z \rvert}-1)$	$0,9+0,2(\frac{1}{\lvert Z \rvert}-1)$	—
Примечание – $\lvert Z \rvert$ – измеренное значение модуля комплексного сопротивления, Ом.							

Таблица 2.4

Режим	Быстро	Норма	Усреднение (10)
Значение коэффициента А2	3	1	1

2.4 Дополнительная погрешность измерений, 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.

2.5 Диапазон частот испытательного сигнала от 25 Гц до 3 МГц с шагом перестройки 1 Гц.

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

2.6 Диапазон установки напряжения испытательного сигнала от 5 мВ до 1 В (среднеквадратическое значение).

Пределы допускаемой относительной погрешности установки напряжения испытательного сигнала на частоте 1 кГц:

±3 мВ – в диапазоне от 5 до 100 мВ;

±3 % – в диапазоне свыше 100 мВ до 1 В.

2.7 Выходное сопротивление источника испытательного сигнала на частоте 1 кГц (100 ± 5) Ом.

2.8 Диапазон установки напряжения смещения от 0 до 40 В.

Пределы допускаемой относительной погрешности установки напряжения смещения:

±0,01 В – в диапазоне от 0 до 100 мВ;

±3 % – в диапазоне свыше 100 мВ до 40 В.

2.9 Время одного измерения, без времени выбора предела измерений на частоте 1 кГц, не более:

- 0,1 с – в режиме «Быстро»;
- 1 с – в режиме «Норма»;
- 10 с – в режиме «Усреднение (10)».

2.10 Прибор обеспечивает автоматическую компенсацию остаточных параметров присоединительных устройств (коррекцию нуля).

2.11 Прибор обеспечивает автоматический и ручной выбор измеряемой физической величины.

2.12 Прибор обеспечивает автоматический и ручной выбор предела измерений.

2.13 Прибор обеспечивает работу с устройствами присоединительными с параметрами, приведенными в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Устройство присоедини-тельное	Сопротивление центрального проводника не более, Ом	Сопротивление экранного проводника не более, Ом	Емкость центрального проводника не более, пФ	Проводимость центрального проводника на корпус не более, нСм
УП-2 УШЯИ.685631.126	0,8	0,15	300	100
УП-5 УШЯИ .685631.184	0,2	–	30	100
Кабель УШЯИ.685631.112	0,2	0,15	30	100

2.14 Прибор обеспечивает определение среднего значения 10 измерений в режиме «Усреднение (10)».

2.15 Прибор обеспечивает определение процентного отклонения Δ %, %, измеренных величин L, C, R от установленного значения этих величин по формуле

$$\Delta\% = \frac{A_{изм} - A_{уст}}{A_{уст}} \cdot 100, \qquad (2.1)$$

где $A_{изм}$ – измеренное прибором значение величин L, C, R;

$A_{уст}$ – установленное оператором на индикаторе прибора значение величин L, C, R.

2.16 Прибор обеспечивает обмен информацией с ПЭВМ по интерфейсам RS-232 и USB 2.0.

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

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

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

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

2.21 Мощность, потребляемая прибором от сети питания при напряжении 230 В, не более 20 В·А.

2.22 Уровень индустриальных радиопомех, создаваемых прибором при работе, не превышает значений, указанных в СТБ ГОСТ Р 51522-2001 для оборудования класса В.

2.23 Прибор устойчив к электростатическим разрядам и соответствует СТБ IEC 61000-4-2-2011 (испытательный уровень 2, критерий качества функционирования В).

2.24 Прибор устойчив к динамическим изменениям в цепях электропитания и соответствует СТБ МЭК 61000-4-11-2006 (класс 1, критерий качества функционирования В).

2.25 Прибор устойчив к наносекундным импульсным помехам и соответствует СТБ МЭК 61000-4-4-2006 (испытательный уровень 2, критерий качества функционирования В).

2.26 Прибор устойчив к микросекундным помехам большой энергии и соответствует ГОСТ IEC 61000-4-5-2014 (2 класс условий эксплуатации, критерий качества функционирования В).

2.27 Прибор устойчив к радиочастотным электромагнитным полям и соответствует СТБ IEC 61000-4–3-2009 (степень жесткости 2, критерий качества функционирования А).

2.28 Прибор устойчив к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотным электромагнитным полем и соответствует СТБ IEC 61000-4–6-2011 (испытательный уровень 2, критерий качества функционирования А).

2.29 Масса прибора не более 4 кг.

Масса прибора с упаковкой не более 6 кг.

2.30 Габаритные размеры прибора не более 270х134х320 мм.

2.31 Содержание серебра – 0,134500 г.

3 СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПОСТАВКИ

3.1 Прибор поставляется в комплекте, приведенном в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Обозначение	Наименование	Коли-чество	Примечание
УШЯИ.411218.021	Измеритель иммитанса Е7-30	1	
SCZ-1	Кабель сетевой	1	Для включения прибора в сеть
УШЯИ. 685631.126	Устройство присоединительное УП-2	1	Для подключения двух- и трехзажимных объектов измерения на частотах до 100 кГц
УШЯИ. 685631.184	Устройство присоединительное УП-5	1	Для подключения объектов измерения на частотах до 3 МГц
SCUB-1.5	Кабель USB A-B	1	Для подключения прибора к персональному компьютеру
SCF-12	Кабель RS-232	1	
УШЯИ.685631.112	Кабель	4	Для подключения образцовых мер Н2-1
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.411218.021 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
УШЯИ.411218.021 МП (МРБ МП.2573-2016)	Методика поверки	1	
УШЯИ.305646.161	Упаковка	1	

4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

4.1 Прибор состоит из следующих основных частей (рисунок 4.1):
- Г1 – генератор напряжения испытательного сигнала;
- Г2 – генератор напряжения смещения;
- Г3 – генератор-гетеродин;
- Г4 – генератор выборки АЦП;
- С1 – конденсатор разделительный;
- R1 – резистор 4,6 кОм;
- R2 – резистор 100 Ом;
- Ro – внутренняя мера сопротивления;
- DA1 – операционный усилитель;
- DA2 – измерительный усилитель;
- МУ1, МУ2 – первый и второй масштабные усилители;
- ПЧ1, ПЧ2 – первый и второй преобразователи частот;
- АЦП1, АЦП2 – первый и второй аналого-цифровые преобразователи;
- USB 2.0 – устройство интерфейсное;
- индикатор;
- клавиатура;
- микроконтроллер.

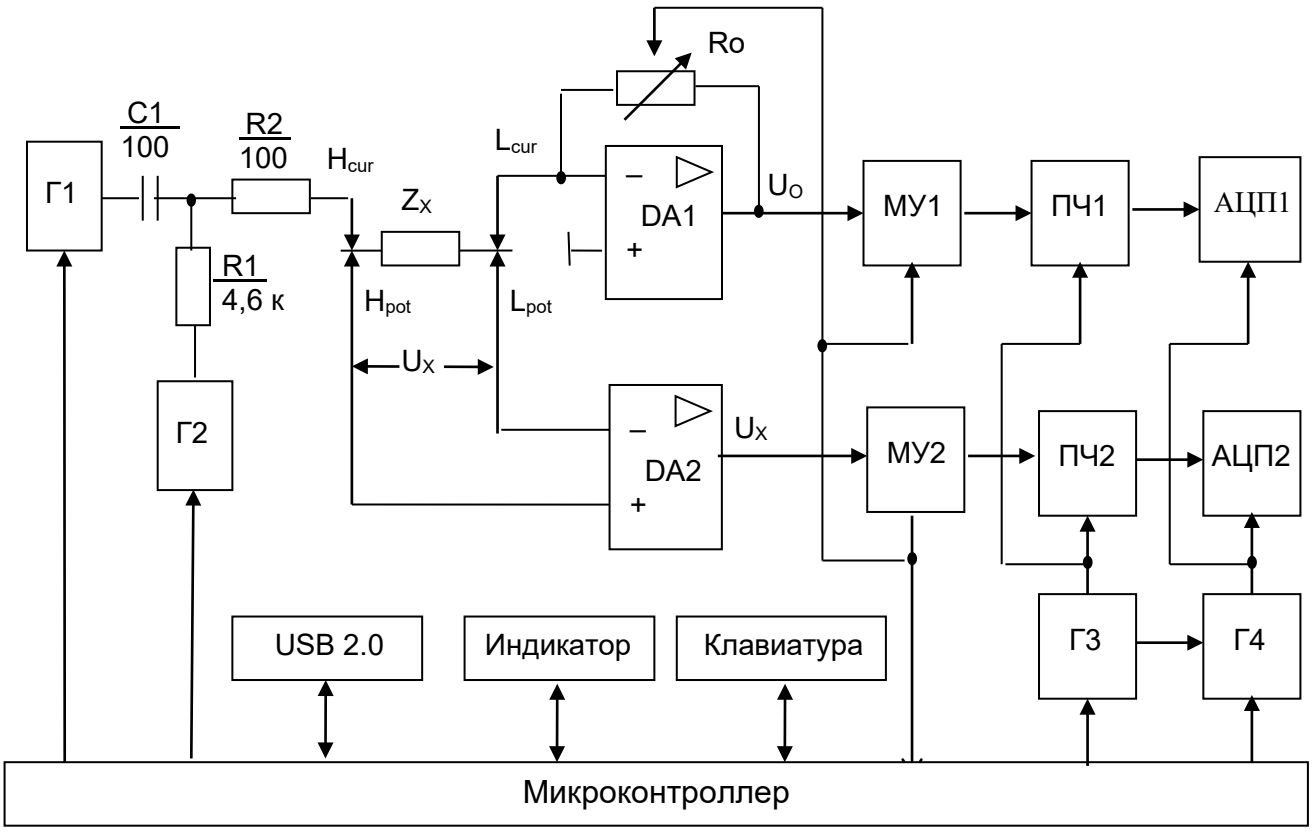


Рисунок 4.1 – Структурная схема прибора

Операционный усилитель DA1 поддерживает на своем инвертирующем входе напряжение, близкое к нулю (виртуальный нуль). Под действием напряжения генератора Г1 в объекте измерения Z_X и в резисторе R_0 протекает одинаковый ток, создавая на этих сопротивлениях, соответственно, два напряжения: U_X и U_0. Очевидно соотношение

$$\frac{U_X}{U_0} = \frac{Z_X}{R_0} \quad \text{или} \quad Z_X = R_0 \frac{U_X}{U_0} \qquad (4.1)$$

Измерение напряжений U_X, U_0 проводится аппаратно-программным векторным вольтметром, включающем масштабные усилители МУ1, МУ2, преобразователи частот ПЧ1, ПЧ2 и аналого-цифровые преобразователи АЦП1, АЦП2.

Результат измерений АЦП поступает в микроконтроллер, который рассчитывает значение Z_X в соответствии с формулой (4.1) и выводит рассчитанное значение Z_X на индикатор.

Прибор измеряет иммитансные величины на восьми пределах измерений. Для перехода с одного предела измерения на другой производится изменение сопротивления внутренней меры сопротивления R_0 и изменение усиления масштабных усилителей МУ1, МУ2.

5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1 Маркировка на корпусе прибора содержит:

- наименование и тип прибора, товарный знак изготовителя;7
- 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).

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

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

5.3 Пломбирование прибора выполнено оттиском клейма ОТК и поверителя. Место нанесения клейм – углубления задних ножек прибора.

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.

7 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 По степени защиты от поражения электрическим током прибор соответствует требованиям ГОСТ IEC 61010-1-2014.

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

7.3 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.

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

8 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1 Общие указания

8.1.1 Перед началом работы с прибором необходимо изучить все разделы РЭ.

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

8.1.3 Провести проверку комплектности прибора на соответствие 3.1.

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

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

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

9 ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1 Назначение органов управления

9.1.1 Расположение органов управления прибора представлено на рисунках 9.1, 9.2.

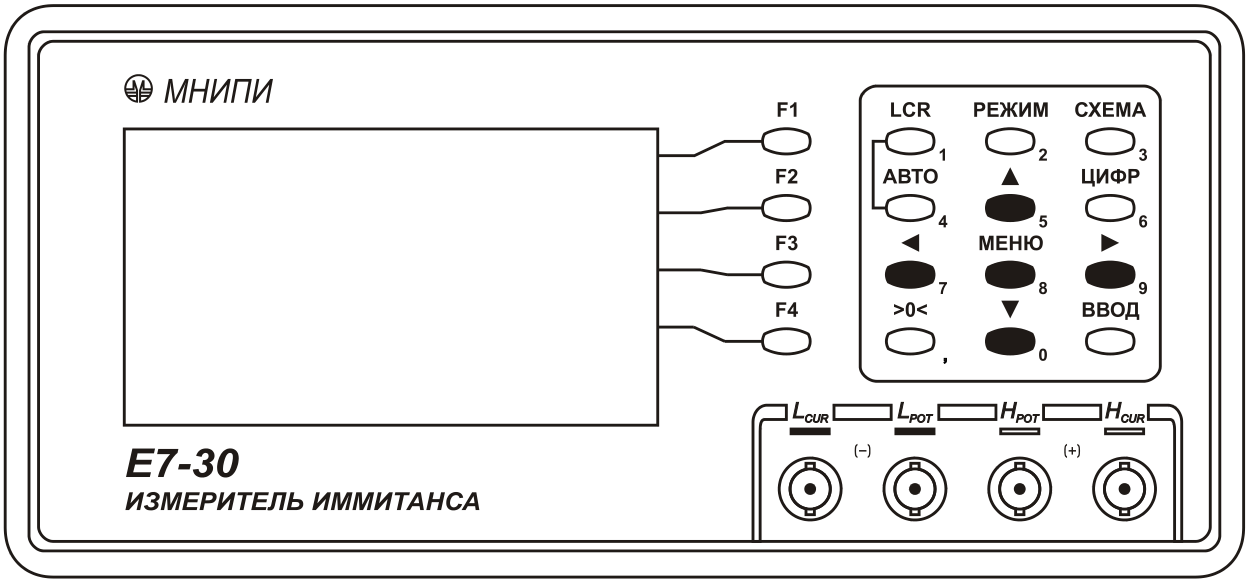


Рисунок 9.1 – Передняя панель прибора

Назначение органов управления приведено в таблицах 9.1, 9.2.
Таблица 9.1

Маркировка	Назначение	
	Графический жидкокристаллический индикатор, визуальное отображение результата измерений и вспомогательной информации	
F1…F4	Кнопки функциональные	
LCR	Кнопка принудительного выбора измеряемой величины	
РЕЖИМ	Кнопка подключения режимов: измерение иммитансных величин, графический анализ, процентное отклонение, измерение тока утечки	
СХЕМА	Кнопка выбора эквивалентной схемы замещения	
АВТО	Кнопка включения режима «Автовыбор измеряемой величины»	
▲	Кнопка прокрутки вверх	
ЦИФР	Кнопка включения режима цифрового ввода	
◄	Кнопка прокрутки влево	
МЕНЮ	Кнопка входа/ выхода в режим «Меню»	
►	Кнопка прокрутки вправо	
>0<	Кнопка коррекции нуля	
▼	Кнопка прокрутки вниз	
ВВОД	Кнопка активизации выбранной позиции.	
⏚	Зажим рабочего заземления	
L_{CUR}	Розетка. Низкий уровень, токовый выход	Подключение устройств присоедини-тельных
L_{POT}	Розетка. Низкий уровень, потенциальный вход	
H_{POT}	Розетка. Высокий уровень, потенциальный вход	
H_{CUR}	Розетка. Высокий уровень, токовый выход	

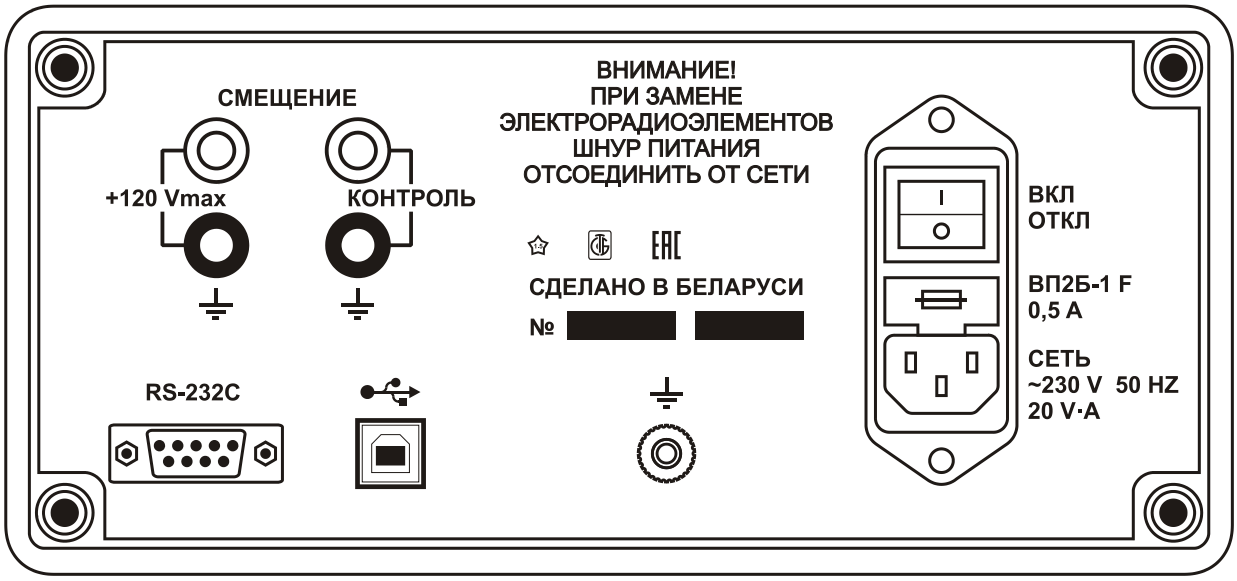
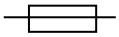


Рисунок 9.2 – Задняя панель прибора

Таблица 9.2

Маркировка	Назначение
RS-232C	Розетка интерфейса RS-232C
	Розетка интерфейса USB
+120Vmax	Вход для внешнего смещения
КОНТРОЛЬ	Контроль напряжения смещения
I/O	Переключатель сети
	Отсек сменных предохранителей
СЕТЬ	Вилка для подключения сетевого кабеля

Расположение полей на индикаторе прибора представлено на рисунке 9.3. Назначение полей приведено в таблице 9.3.

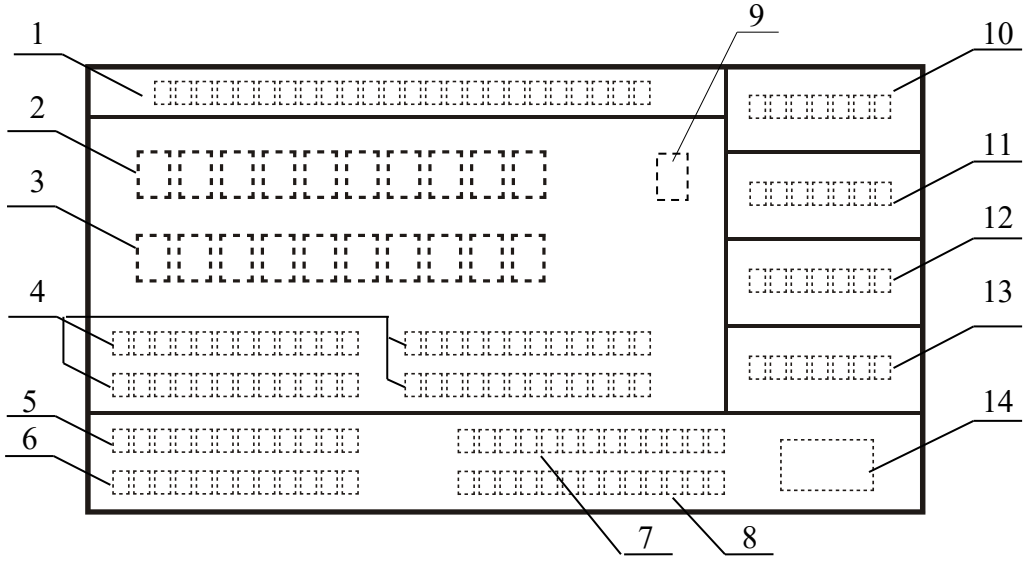


Рисунок 9.3 – Расположение полей на индикаторе прибора

Таблица 9.3

Поле	Назначение
1	Заголовок/ Индикация текущего режима
2	Измеряемая величина 1*
3	Измеряемая величина 2*
4	Измеряемые величины 3, 4, 5, 6*
5	Текущий диапазон, режим АВП (если включен)
6	Уровень испытательного сигнала
7	Значение частоты испытательного сигнала
8	Значение напряжения смещения
9	Счетчик числа измерений в режиме «Усреднение (10)»
10-13	Текущие функции – клавиши F1-F4
14	Пиктограмма выбранной схемы замещения
* Индицируемые измеряемые величины 1, 2,…, 6 выбираются из перечня: C, L, R, G, B, X, Z, Y, D, Q, φ	

9.2 Функции меню

9.2.1 Структура и функции меню приведены в таблице 9.4.

Таблица 9.4

Пункты меню			Назначение
Величины	Величина 1 Величина 2 Величина 3 Величина 4 Величина 5 Величина 6	C, L, R, G, B X, Z, Y, D, Q, φ	Вызов функции выбора измеряемых величин
Скорость измерения	Быстро		Установка скорости измерения и режима усреднения
	Норма		
	Усреднение (10)		
Смещение	Внутреннее		Выбор источника напряжения смещения на объекте измерения
	Внешнее		
О приборе			Вывод информации о типе прибора и номере версии встроенного ПО
Калибровка			Режим калибровки*
* Выбор режима калибровки происходит после ввода пароля. Калибровка производится в организациях, специально аккредитованных для технического обслуживания прибора.			

9.3 Измерение с УП-2

9.3.1 УП-2 рекомендуется применять для измерения объектов на частотах не выше 100 кГц.

УП-2 подключают к прибору с соблюдением цветовой маркировки.

Перед измерениями с использованием УП-2 необходимо провести коррекцию нуля х.х. и к.з., как указано в 9.6.13.

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

9.4 Измерение с УП-5

9.4.1 УП-5 предназначено для непосредственной установки на гнезда **H_{CUR}, H_{POT}, L_{POT}, L_{CUR}** на передней панели прибора.

Выводы объекта вставляются в контактные зажимы УП-5 и зажимаются с помощью винтовых толкателей.

Для обеспечения возможности измерения трехзажимных объектов на УП-5 установлена корпусная клемма.

Перед проведением измерений с УП-5 необходимо произвести коррекцию нуля х.х. при отключенном объекте измерения, а также коррекцию нуля к.з. при замкнутых накоротко перемычкой контактных зажимах, как указано в 9.6.13.

9.5 Измерение трехзажимных объектов

9.5.1 Трехзажимный объект может быть представлен треугольником комплексных сопротивлений (рисунок 9.4).

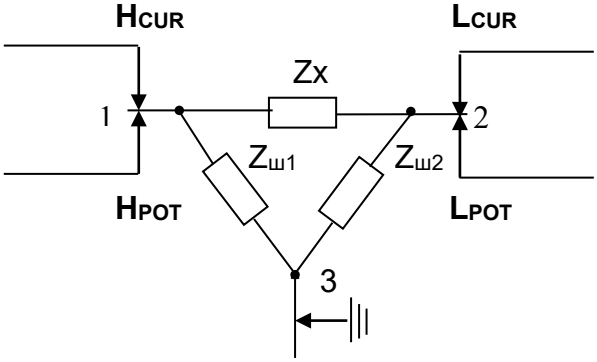


Рисунок 9.4 – Схема подключения трехзажимного объекта

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 9.5-9.9.

Погрешности измерений соответствуют значениям, приведенным в таблицах 2.2, 2.4, если выполняются следующие условия:

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

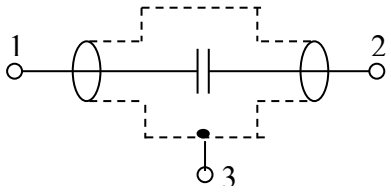


Рисунок 9.5 – Экранированный конденсатор

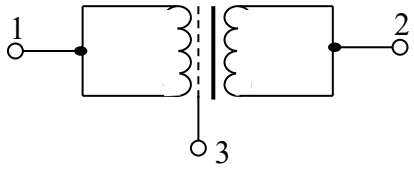


Рисунок 9.6 – Емкость между экранированными обмотками трансформатора

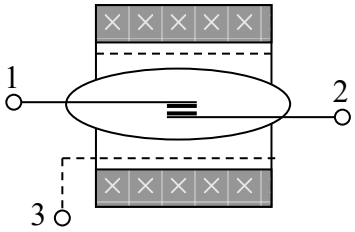


Рисунок 9.7 – Проходная емкость между контактами реле на магнитоуправляемых контактах

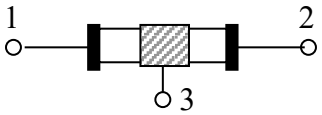


Рисунок 9.8 – Проходной иммитанс резистора или конденсатора с влагозащитным пояском

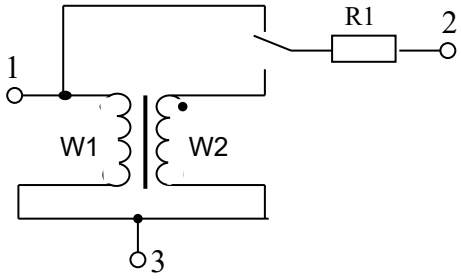


Рисунок 9.9 – Схема для определения фазировки обмоток и коэффициента трансформации трансформатора

9.6 Выбор режима работы прибора

9.6.1 Выбор измеряемой величины

Выбор измеряемой величины осуществляется кнопкой **LCR** или из меню.

С помощью кнопки **LCR** можно выбрать любую пару величин: LQ, CD, RQ, $|Z|\varphi$. Выбор измеряемой величины из меню осуществляется в соответствии с таблицей 9.4.

9.6.2 Включение режима «Автовыбор измеряемой величины»

Включение режима «Автовыбор измеряемой величины» происходит автоматически при включении прибора, а также нажатием на кнопку **АВТО.** Выключение режима происходит при нажатии кнопки **LCR**.

В режиме «Автовыбор измеряемой величины» прибор автоматически определяет вид подключенного объекта измерений и индицирует значения C, D, если объект емкостного характера; или L, Q, если объект индуктивного

характера; или R, Q, если объект имеет преимущественно активное сопротивление. При включенном режиме в поле 1 индикатора выводится сообщение «АВТО».

9.6.3 Установка частоты испытательного сигнала

Для установки частоты испытательного сигнала необходимо нажать функциональную кнопку «Частота**»** и кнопками прокрутки установить заданное значение (кнопки ◄, ► – грубая прокрутка, кнопки ▲, ▼ – точная установка). Значение частоты отображается в поле 7 индикатора. Шаг перестройки частоты:

- 1 Гц – в диапазоне от 25 до 100 Гц;
- 10 Гц – в диапазоне свыше 100 Гц до 1 кГц;
- 100 Гц – в диапазоне свыше 1 кГц до 10 кГц;
- 1 кГц – в диапазоне свыше 10 кГц до 100 кГц;
- 10 кГц – в диапазоне свыше 100 кГц до 1 МГц;
- 100 кГц – в диапазоне свыше 1 МГц до 3 МГц.

При нажатой функциональной кнопке «Частота**»** частоту испытательного сигнала также можно установить с помощью цифрового ввода, нажав кнопку **ЦИФР**. Ввод значения частоты производится нажатием кнопок с цифровой маркировкой. Изменение множителя (kHz, MHz) производится кнопкой **F1** (n, μ,…,M). Завершается ввод нажатием кнопки **ВВОД**.

9.6.4 Установка напряжения испытательного сигнала

Для установки напряжения испытательного сигнала необходимо нажать функциональную кнопку **«**Уровень**»**, после чего кнопками ▲, ▼ установить заданное значение напряжения в поле 6 индикатора.

9.6.5 Установка напряжения смещения

При включении прибора к объекту измерения подключается внутренний источник напряжения с исходной величиной напряжения смещения 0 В. Величину напряжения смещения на объекте измерения можно менять с помощью кнопок ◄, ► (грубо) или ▲, ▼ (плавно), или используется функция цифрового ввода.

Если напряжение смещения на объект измерения подается от внешнего источника напряжения, то внешний источник напряжения подключается к клеммам **+120Vmax.** Величина напряжения контролируется внешним вольтметром на клеммах **КОНТРОЛЬ**.

Для подключения внешнего источника напряжения к объекту измерения необходимо войти в режим «Меню», выбрать функцию «Смещение» и в открывшемся окне выбрать «Внешнее». Выбор подтвердить нажатием кнопки **ВВОД**.

При работе с напряжением смещения соблюдайте следующую последовательность операций:

- включите прибор;
- по истечении времени самопрогрева при нулевом напряжении смещения (в поле 8 индикатора должно быть установлено 0,00 V) подключите к прибору объект измерения;
- установите требуемое напряжение смещения и произведите измерения;
- установите напряжение смещения равное нулю;
- отключите объект измерения;
- выключите прибор.

Примечание – При продолжении работы с прибором выключение его не требуется.

ВНИМАНИЕ!

НЕСОБЛЮДЕНИЕ ВЫШЕУКАЗАННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ОТКАЗУ ПРИБОРА.

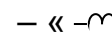
9.6.6 Выбор предела измерений |Z|

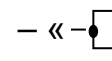
Для установки режима автоматического выбора предела измерений |Z| (АВП) или режима ручного выбора предела измерений |Z| необходимо нажать функциональную кнопку «Предел» и установить кнопками прокрутки в поле 5 индикатора требуемый режим и предел. При этом кнопками ◀, ▶ осуществляется включение режима АВП, а кнопками ▲, ▼ – отключение режима АВП и ручная установка предела измерений |Z|. В поле 5 индикатора выводится наименование текущего предела и надпись АВТО (если режим АВП включен).

9.6.7 Выбор схемы замещения

Выбор последовательной/параллельной схемы замещения производится нажатием на кнопку **СХЕМА.**

Выбранная схема замещения отображается в поле 13 индикатора в виде пиктограмм:

– «  » – последовательная схема замещения;

– «  » – параллельная схема замещения.

9.6.8 Допусковый контроль и процентное отклонение

Для установки режима допускового контроля и процентного отклонения необходимо нажать кнопку **РЕЖИМ**, затем функциональную кнопку «Δ%**»**. При нажатии функциональной кнопки «Авто**»** текущее значение величины 1 запоминается, а в поле вывода значения величины 2 выводится процентное отклонение текущего измерения от запомненного.

При нажатии на одну из функциональных кнопок «C», «L», «R» включается режим цифрового ввода для задания значения выбранной величины. После нажатия на кнопку **ВВОД:**

- в поле 2 индицируется измеренное значение параметра $A_{изм}$;

- в поле 3 индицируется измеренное значение процентного отклонения, %, рассчитанное по формуле

$$\Delta = \frac{A_{изм} - A_{ном}}{A_{ном}} \cdot 100, \qquad (9.1)$$

где $A_{изм}$ – измеренное прибором значение величины выбранного параметра,

$A_{ном}$ – заданное значение величины выбранного параметра.

9.6.9 Измерение тока утечки

Для измерения тока утечки необходимо нажать кнопку **РЕЖИМ,** затем функциональную кнопку **I**.

9.6.10 Частотный анализ

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

Для включения режима частотного анализа необходимо нажать кнопку **РЕЖИМ**, затем функциональную кнопку «Граф**»**. В появившемся меню:

- F старт;

- F стоп;

- N точк;
- Масштаб;
- Скорость

с помощью кнопок ▲, ▼ выбрать параметр для настройки.

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

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

Выбор анализируемого параметра осуществляется кнопкой **LCR** или из меню (см. 9.6.1).

Для выхода из режима частотного анализа нажать кнопку **РЕЖИМ**, затем кнопку **LCR**.

9.6.11 Установка скорости измерений

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

- Быстро;
- Норма;
- Усреднение (10);

и нажать кнопку **ВВОД**.

В режиме «Усреднение (10)» на индикатор выводится среднее арифметическое последних 10 циклов измерения. В данном режиме измеряемые параметры выводятся с чертой сверху.

9.6.12 Калибровка

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

9.6.13 Коррекция нуля

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

Для включения функции коррекции нуля необходимо нажать кнопку **>0<**. Затем, используя функциональные кнопки «Выполнить», «КЗ» или «ХХ», выбрать режим коррекции.

Для коррекции нуля в режиме к.з. необходимо на место объекта измерений подключить перемычку (или отрезок медного провода), после чего нажать кнопку **СТАРТ**.

Для коррекции нуля в режиме х.х. необходимо снять перемычку (если она была установлена), после чего нажать кнопку **СТАРТ**.

9.6.14 Интерфейсы RS-232 и USB 2.0

Прибор обеспечивает обмен информацией с ПЭВМ по интерфейсам RS-232 и USB 2.0. Интерфейсы предназначены для поочередной работы и позволяют осуществлять дистанционное программирование всех измерительных функций прибора.

Подключение прибора к компьютеру осуществляется с помощью интерфейсных кабелей из комплекта прибора.

Протокол обмена прибора с компьютером

В приборе интерфейс USB реализован на базе микросхемы CP2103 (SINGLE-CHIP USB TO UART BRIDGE) фирмы Silicon Laboratories. Для взаимодействия с прибором на PC необходимо установить драйвер, который можно свободно скачать с сайта производителя. После установки драйвера на PC и подключении прибора в системе появится COM порт, взаимодействие с которым пользовательской программы ведется как со стандартным COM портом (RS232). Скорость – 9600, паритет – нет, стоп – 1. Обмен с прибором осуществляется в режиме запрос- ответ.

Формат обмена:
PC→ПРИБОР: 0xAA, № команды, [параметры].
ПРИБОР →PC: 0xAA, № команды, [параметры].
(номера команд приведены в десятичном виде).

Список команд:
Номера команд 1-16 соответствуют кодам нажатия клавиш на передней панели прибора и могут отличаться для разных типов приборов, однако, при управлении прибором PC, особой необходимости в использовании данных команд нет.

64 – Получить имя прибора
PC→ (0xAA, 64); ПРИБОР→ (0xAA, 64, “E730”)
65 – Включить АВП (0xAA,65)
66 – Выключить АВП (0xAA,66)
67 – Установить частоту
PC: (0xAA,67, f4,f3,f2,f1) ; ПРИБОР: (0xAA,67)
Где: **f1,f2,f3,f4** – 4 байта целого числа;
70 – Установить смещение
PC: (0xAA, 70, U1, U0);
ПРИБОР: (0xAA, 70)
Где: **U1, U0** – 2 байта целого (int16) числа * 10
71 – Сброс в состояние по умолчанию
PC: (0xAA, 71)
ПРИБОР: (0xAA, 71)
72 – Выдача полной измеряемой информации
PC: (0xAA, 72)

1. PC: (0xAA, 72, 0) – измерение не закончено
2. ПРИБОР: (0xAA, 72, flags, mode, slow, diap, Uсм1, Uсм0, f3…f0, Z3…Z0, φ3…φ0)

Где:

Flags(биты):
0-АВП;
1-Ток (не используется);
2-Перегрузка;
3-Автовыбор параметра;
4-Схема замещения (1-пар, 0-посл.)
7- цикл измерения завершен.

mode: параметр, изменяемый клавиатурой (функциональными клавишами F1-F4):
0- F1 … 3- F4
slow: скорость измерения:
0-быстро

1-норма
2-усредение по 10

diap: диапазон измерения:
0 - 10МОм
1 - 1МОм
2 – 100кОм
3 – 10кОм
4 – 1кОм
5 – 100Ом
6 – 10Ом
7 – 1Ом

Uсм1..Uсм0 – 2 байта 16-разрядного (int16) целого числа (смещение*10)
f3…f0 – 4 байта (int32) целого числа (рабочая частота)
Z3…Z0 – 4 байта (float) вещественного числа (модуль комплексного сопротивления для последовательной схемы замещения.)
φ 3… φ 0 – 4 байта (float) вещественного числа (фазовый угол для последовательной схемы замещения.)

Фазовый угол φ и модуль комплексного сопротивления |Z| передается в виде числа типа float (C,C++) четырьмя байтами (размерность Ω). Значение φ – радианы. Выражение для пересчета в градусы:
φ°=180* φ)/ π= 57,2957795* φ.

Формулы для расчета физических величин:
$|Y| = 1/|Z|$; $\varphi_y = -\varphi_z$; (параллельная схема замещения)
$Rs = |Z|\cos(\varphi_z)$; $Xs = |Z|\sin(\varphi_z)$;
$Gp = |Y|\cos(\varphi_y)$; $Bp = \sin(\varphi_y)$;
$Rp = 1/Gp$; $Xp = 1/Bp$;
$Gs = 1/Rs$; $Bs = 1/Xs$;
$C = 1/2\pi fX$; $L = 2\pi fX$

10 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

10.1 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.

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

10.3 Поверка прибора проводится не реже одного раза в год по методике поверки МРБ МП.2573-2016 и отметка о поверке заносится в таблицу 18.1.

11 ПЕРЕЧЕНЬ ВОЗМОЖНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

11.1 Перечень возможных неисправностей прибора и рекомендации по их устранению приведены в таблице 11.1.

Таблица 11.1

Описание внешнего проявления неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
При включенном приборе отсутствует подсветка и индикация	Неисправны предохранители	Заменить предохранители. Если подсветка и индикация не светятся, прибор необходимо отправить в ремонт
На индикаторе прибора показания отсутствуют или беспорядочны	Сбой в работе микроконтроллера	Выключить прибор и через несколько секунд повторно включить. Если показания не восстановятся, прибор необходимо отправить в ремонт
При подключенном УП-2 показания прибора ошибочны	Неисправно УП-2	Проверить УП-2 путем замены его на УП-5. Если с УП-5 прибор работает, то неисправно УП-2. Неисправное УП-2 необходимо отправить в ремонт

12 ХРАНЕНИЕ

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

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

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

13 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

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

13.2 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.

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

14 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

14.1 Измеритель иммитанса Е7-30, заводской номер _____

упакован _____
(наименование или код изготовителя)

согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

_____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
год, месяц, число

15 УТИЛИЗАЦИЯ

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

16 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

16.1 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.

16.2 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.

16.3 Гарантийное и послегарантийное обслуживание прибора осуществляется предприятиями, перечень которых приведен в приложении А.

17 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

17.1 Измеритель иммитанса Е7-30, заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, ТУ BY 100039847.147-2016 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

Корешок талона №1
на гарантийный ремонт измерителя иммитанса Е7-30
Изъят _____ _____
дата должность, ФИО, подпись

линия отреза

Гарантийный талон № 1
на ремонт измерителя иммитанса Е7-30

Изготовитель: РБ, 220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73
Опытное производство ОАО “МНИПИ”

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 Е7-30
Изъят _____ _____
дата должность, ФИО, подпись

линия отреза

Гарантийный талон № 2
на ремонт измерителя иммитанса Е7-30

Изготовитель: РБ, 220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73
Опытное производство ОАО “МНИПИ”

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

17 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

17.1 Измеритель иммитанса Е7-30, заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, ТУ BY 100039847.147-2016 и признан годным для эксплуатации.

Начальник ОТК

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

линия отреза при поставке на экспорт

Руководитель организации ТУ BY 100039847.147-2016
обозначение документа,
по которому производится поставка

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

Измеритель иммитанса Е7-30 выдержал приемо-сдаточные испытания в объеме ТУ BY 100039847.147-2016 и признан годным для эксплуатации.

Представитель заказчика

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

ЗАКАЗАТЬ