ЗАКАЗАТЬ

АНАЛИЗАТОР ИММИТАНСА ШИРОКОПОЛОСНЫЙ

Е7-29

Руководство по эксплуатации

УШЯИ.411218.022 РЭ

Содержание

1	Назначение …….	4
2	Технические характеристики ……..…..…	4
3	Состав комплекта поставки ……..	9
4	Устройство и работа ……	9
5	Маркировка и пломбирование ……..	11
6	Упаковка ……	11
7	Меры безопасности …….	11
8	Подготовка к работе ……	12
9	Порядок работы ……	12
9.1	Назначение органов управления …….	12
9.2	Функции меню ……...	15
9.3	Измерение с УП-2 ……...	15
9.4	Измерение с УП-5 ……	15
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 $\|Z\|$ ……..	18
9.6.7	Выбор схемы замещения ……	19
9.6.8	Допусковый контроль и процентное отклонение …….	19
9.6.9	Частотный анализ ……	19
9.6.10	Установка скорости измерений ……	19
9.6.11	Калибровка ……	20
9.6.12	Коррекция нуля …….	20
9.6.13	Интерфейс USB 2.0 ……	20
10	Техническое обслуживание ……	22
11	Перечень возможных неисправностей ……	22
12	Хранение ……	23
13	Транспортирование……..	23
14	Утилизация …….	23
15	Гарантии изготовителя…….	23
16	Свидетельство об упаковывании …….	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 анализатора иммитанса широкополосного Е7-29 (далее по тексту прибор) и указания, необходимые для правильной и безопасной его эксплуатации.

Прибор соответствует ТУ BY 100039847.148-2017 «Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29. Технические условия».

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

Общий вид прибора приведен на рисунке 1.1.

ВНИМАНИЕ!

НЕ ВКЛЮЧАТЬ ПРИБОР, НЕ ИЗУЧИВ НАСТОЯЩЕЕ РЭ.

При покупке прибора через торговую сеть:

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

При работе с прибором соблюдать следующие меры предосторожности:

- не 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.



Рисунок 1.1 – Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29. Общий вид

1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Прибор предназначен для измерения параметров пассивных элементов электрической цепи (модуль комплексного сопротивления и проводимости, активное и реактивное сопротивления и проводимость, емкость, индуктивность, угол фазового сдвига комплексного сопротивления, тангенс угла потерь, добротность) по последовательной и параллельной схемам замещения в диапазоне частот от 50 кГц до 15 МГц.

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. Прибор применяется 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 прочности и устойчивости к воздействию внешних климатических факторов прибор удовлетворяет следующим требованиям:

- пониженная рабочая температура минус 10 °С;
- повышенная рабочая температура плюс 40 °С;
- пониженная предельная температура минус 30 °С;
- повышенная предельная температура плюс 50 °С;
- относительная влажность до 80 % при температуре наружного воздуха плюс 25 °С;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа ((от 630 до 800 мм рт. ст.).

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Прибор измеряет следующие физические величины (параметры) при параллельной и последовательной схемах замещения:

- L – индуктивность;
- C – емкость;
- R – активное сопротивление;
- X – реактивное сопротивление;
- G – активная проводимость;
- B – реактивная проводимость;
- tg δ (D) – тангенс угла потерь (фактор потерь);
- Q – добротность;
- $|Z|$ – модуль комплексного сопротивления;
- $|Y|$ – модуль комплексной проводимости;
- φ – угол фазового сдвига комплексного сопротивления.

2.2 Диапазоны измерений и показаний соответствуют значениям, приведенным в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Физическая величина	Диапазон измерений (в зависимости от частоты)	Диапазон показаний, не менее
R, X, $\|Z\|$, Ом	от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{8}$	от 0 до $9{,}9999 \cdot 10^{9}$
G, B, $\|Y\|$, См	от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{2}$	от 0 до $9{,}9999 \cdot 10^{3}$
L, Гн	от $1 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{2}$	от 0 до $9{,}9999 \cdot 10^{4}$
C, Ф	от $1 \cdot 10^{-12}$ до $1 \cdot 10^{-4}$	от 0 до $9{,}9999 \cdot 10^{-3}$
D	от $1 \cdot 10^{-4}$ до $9{,}9999 \cdot 10^{3}$	от 0 до $9{,}9999 \cdot 10^{3}$
Q	от $1 \cdot 10^{-4}$ до $9{,}9999 \cdot 10^{3}$	от 0 до $9{,}9999 \cdot 10^{3}$
φ, градус	от минус 180 до плюс 180	от минус 180 до плюс 180
Примечание – Формат показаний 5 десятичных разрядов.		

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

Таблица 2.2

Параметр	Пределы допускаемой основной относительной (δ, %) и абсолютной (Δ) погрешности измерения
$\|Z\|$, $\|Y\|$	$\delta Z = \pm A1 \cdot A2 \cdot A3 \cdot A4$
φ	$\Delta_\varphi = (\delta Z)^\circ$
R, G	$\delta R = \delta G = \delta Z\,(1 + Q)$
C, L, X, B	$\delta C = \delta L = \delta X = \delta B = \delta Z\,(1 + D)$
D	$\Delta D = \frac{\delta Z}{100} \cdot (1 + D)$ при $D \le 1$
	$\Delta D = \frac{\delta Z}{100} \cdot (1 + D^2)$ при $D \ge 1$
Q	$\Delta Q = \frac{\delta Z}{100} \cdot (1 + Q)$ при $Q \le 1$
	$\Delta Q = \frac{\delta Z}{100} \cdot (Q + Q^2)$ при $Q \ge 1$
Примечание – A1-A4 – коэффициенты, определяемые из таблиц 2.3-2.6.	

Таблица 2.3

Предел измерений (Диапазон измерений $\lvert Z \rvert$)	Значение коэффициента А1 на частотах		
	от 50 до 100 кГц	св. 100 до 1000 кГц	св. 1 до 15 МГц
1 МОм (от 100 кОм до 100 МОм)	$1+0,2(\frac{\lvert Z \rvert}{10^5}-1)$	—	—
100 кОм (от 10 до 100 кОм)	$0,5+0,1(\frac{\lvert Z \rvert}{10^4}-1)$	$1+0,2(\frac{\lvert Z \rvert}{10^4}-1)$	—
10 кОм (от 1 до 10 кОм)	$0,3+0,05(\frac{\lvert Z \rvert}{10^3}-1)$	$0,5+0,1(\frac{\lvert Z \rvert}{10^3}-1)$	$[1+0,2(\frac{\lvert Z \rvert}{10^3}-1)]F$
1 кОм (от 100 до 1000 Ом)	$0,2+0,02(\frac{\lvert Z \rvert}{10^2}-1)$	$0,3+0,05(\frac{\lvert Z \rvert}{10^2}-1)$	$[0,3+0,05(\frac{\lvert Z \rvert}{10^2}-1)]F$
100 Ом (от 10 до 100 Ом)	$0,2+0,04(\frac{10^2}{\lvert Z \rvert}-1)$	$0,3+0,05(\frac{10^2}{\lvert Z \rvert}-1)$	$[0,5+0,1(\frac{10^2}{\lvert Z \rvert}-1)]F$
10 Ом (от 1 до 10 Ом)	$0,5+0,1(\frac{10}{\lvert Z \rvert}-1)$	$1+0,2(\frac{10}{\lvert Z \rvert}-1)$	—
1 Ом (от 0,01 до 1 Ом)	$1+0,2(\frac{1}{\lvert Z \rvert}-1)$	—	—
Примечания 1 $\lvert Z \rvert$ – измеренное значение модуля комплексного сопротивления, Ом. 2 F – частота испытательного сигнала, МГц.			

Таблица 2.4

Напряжение испытательного сигнала, В	От 0,04 до 0,1	Св. 0,1 до 0,3	Св. 0,3 до 1
Значение коэффициента А2	10	3	1

Таблица 2.5

Режим	«Быстро»	«Норма»	«Усреднение (10)»
Значение коэффициента А3	3	1	1

Таблица 2.6

Устройство присоединительное	УП-2	УП-5	УП-9
Значение коэффициента А4	1,5 + 0,015 F при F ≤ 100 кГц	1	1
Примечание – F – частота испытательного сигнала, кГц.			

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 50 кГц до 15 МГц.

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

2.6 Диапазон установки напряжения испытательного сигнала от 40 мВ до 1 В (среднеквадратическое значение).

Пределы допускаемой основной относительной погрешности установки напряжения испытательного сигнала на частоте 50 кГц:

±5 мВ – в диапазоне от 40 до 100 мВ;

±3 % – в диапазоне свыше 100 до 1000 мВ.

2.7 Выходное сопротивление источника испытательного сигнала (100 ± 5) Ом.

2.8 Диапазон установки напряжения смещения от 0 до 40 В.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности установки напряжения смещения:

±0,03 В – в диапазоне от 0 до 1 В;

±3 % – в диапазоне свыше 1 до 40 В.

2.9 Время одного измерения, без времени выбора предела измерений на частоте 50 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 предела измерений.

2.12 Прибор обеспечивает автоматический и ручной выбор измеряемой физической величины.

2.13 Прибор обеспечивает работу с устройствами присоединительными, имеющими параметры, приведенные в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Устройство присоединитель-ное	Сопротивление (R_s) центрального проводника не более, Ом	Сопротивление (R_s) экранного проводника не более, Ом	Емкость (C_p) центрального проводника на корпус не более, пФ	Проводимость (G_p) 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
УП-9 УШЯИ.687229.008	0,2	–	100	300

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

2.15 Прибор обеспечивает определение процентного отклонения $\Delta\%$, %, 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 интерфейсу 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 техническими условиями (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 номинальном 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 Б.

2.23 Прибор соответствует требованиям СТБ ГОСТ Р 51522-2001 для оборудования класса Б по следующим видам помех:

- электростатические разряды - критерий качества функционирования В;
- динамические изменения в цепях электропитания – критерий качества функционирования В;
- наносекундные импульсные помехи – критерий качества функционирования В;
- микросекундные помехи большой энергии – критерий качества функционирования В;
- устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю – критерий качества функционирования А;
- кондуктивные помехи, наведенные радиочастотным электромагнитным полем – критерий качества функционирования А.

2.24 Масса прибора не более 5 кг.

Масса прибора с упаковкой не более 7 кг.

2.25 Габаритные размеры прибора не более 270 х 134 х 320 мм.

2.26 Содержание серебра – 0,134840 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.411218.022	Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29	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
УШЯИ. 685631.184	Устройство присоединительное УП-5	1	Для подключения объектов измерения на частотах до 15 МГц
УШЯИ. 685631.112	Кабель	4	Для подключения объектов измерения
УШЯИ. 687229.008	Устройство присоединительное УП-9*	1	Для подключения мер емкости Е1-3
SCUAB-1.5	Кабель USB A-B	1	Для подключения прибора к персональному компьютеру
ОЮ0.481.005ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	2	Допускается замена на аналогичную с током 0,5 А, быстродействие F
УШЯИ.411218.022 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
УШЯИ.411218.022 МП (МРБ МП.2664–2017)	Методика поверки	1	
УШЯИ.305646.163	Упаковка	1	
* Поставляется по отдельному заказу			

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 1 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.

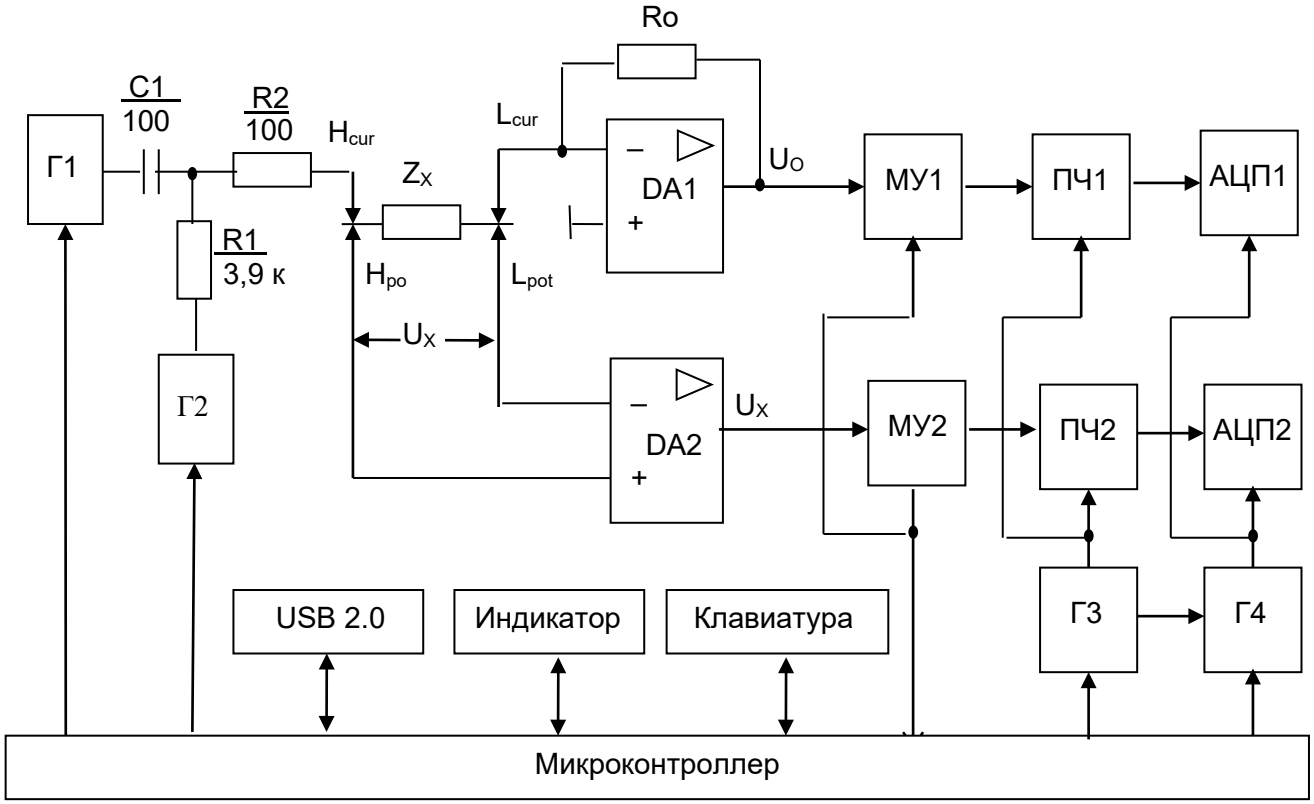


Рисунок 4.1 – Структурная схема прибора

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 семи пределах измерений. Для перехода с одного предела измерения на другой производится изменение сопротивления внутренней меры 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;
- 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».

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 мастикой на задней панели корпуса (в углублениях для винтов).

6 УПАКОВКА

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 классу защиты I 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.

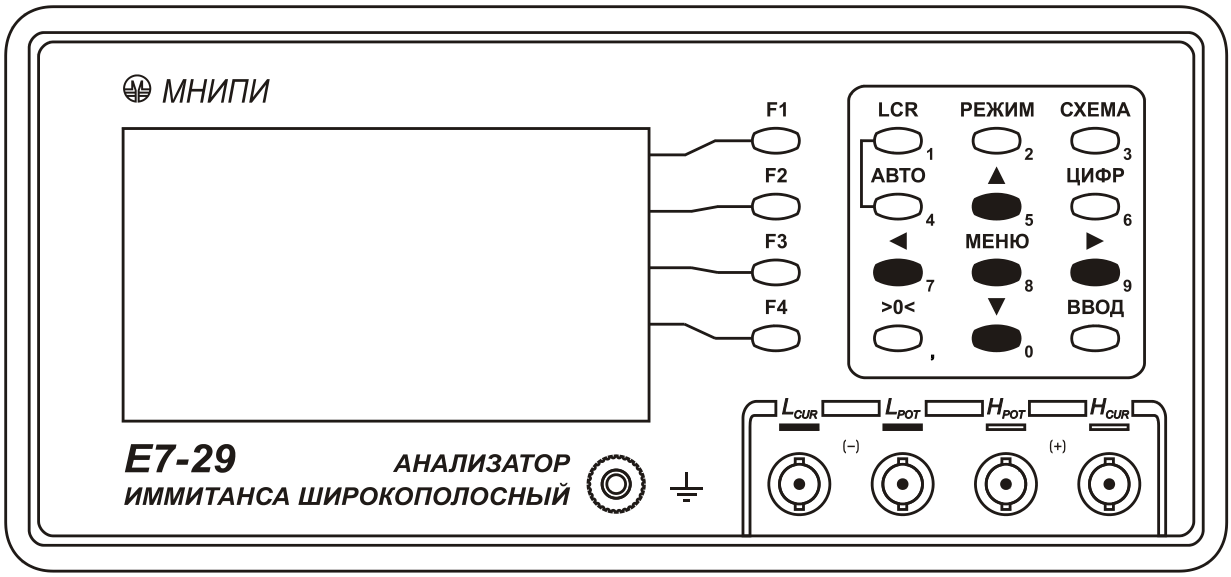


Рисунок 9.1 – Передняя панель прибора

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. Назначение зависит от режима работы прибора	
LCR	Кнопка принудительного выбора измеряемой величины	
РЕЖИМ	Кнопка подключения режимов: измерение иммитансных величин, графический анализ, процентное отклонение	
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 присоединительных
L_{POT}	Розетка. Низкий уровень, потенциальный вход	
H_{POT}	Розетка. Высокий уровень, потенциальный вход	
H_{CUR}	Розетка. Высокий уровень, токовый выход	

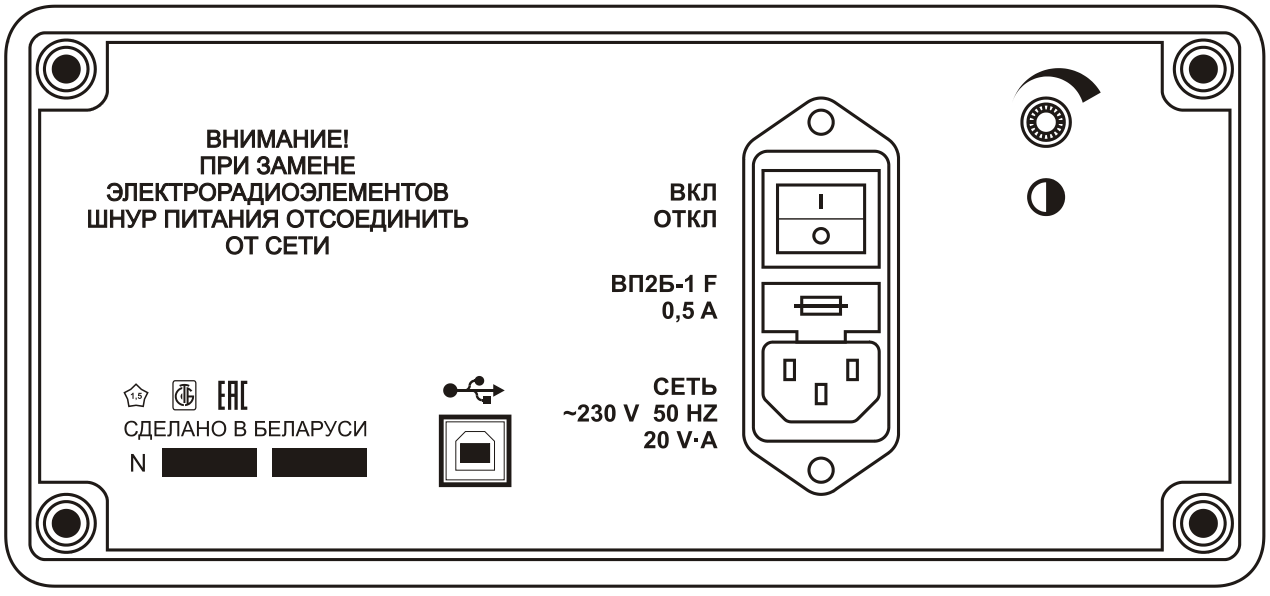
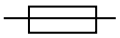


Рисунок 9.2 – Задняя панель прибора

Таблица 9.2

Маркировка	Назначение
	Розетка USB
I/O	Переключатель сети
	Отсек сменных предохранителей
СЕТЬ	Вилка для подключения сетевого кабеля
◑	Регулятор контрастности индикатора

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

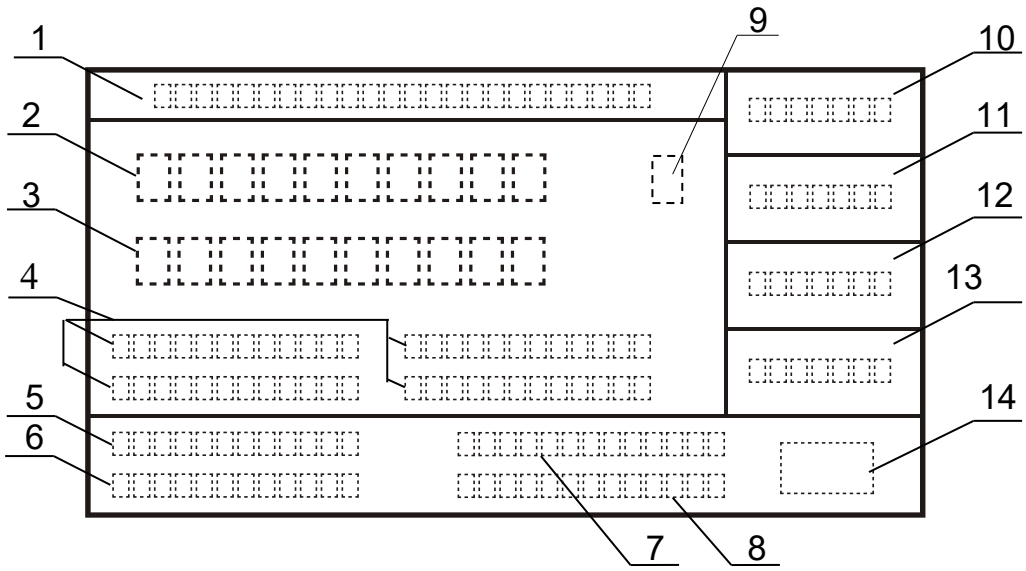


Рисунок 9.3 – Расположение полей на индикаторе прибора

Таблица 9.3

Поле	Назначение (что отображается)
1	Текущий режим. Надпись АВТО (если включен режим автоматического выбора измеряемой физической величины)
2	Измеряемая величина 1*
3	Измеряемая величина 2*
4	Измеряемые величины 3*, 4*, 5*, 6*
5	Текущий предел. Надпись АВТО (если включен режим АВП)
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 – кнопки 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

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)		
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 9.6.12.

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 $\mathbf{H_{CUR}}$, $\mathbf{H_{POT}}$, $\mathbf{L_{POT}}$, $\mathbf{L_{CUR}}$ 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 9.6.12.

9.5 Измерение трехзажимных объектов

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

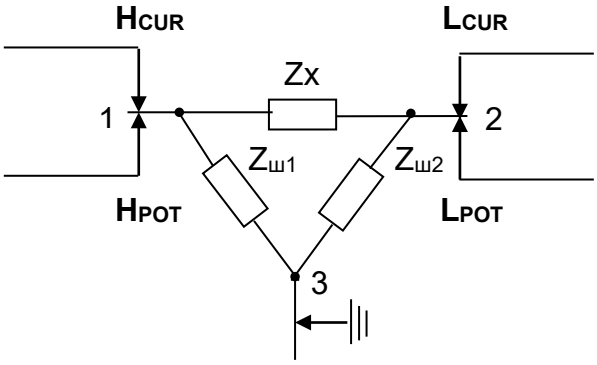


Рисунок 9.4 – Схема подключения трехзажимного объекта

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 $|Z_{ш2}|$:

  ≥100 кОм на пределах измерений 100 кОм, 1 МОм;

  ≥10 кОм на пределе 10 кОм;

  ≥1 кОм на пределах 1 Ом, 10 Ом, 100 Ом, 1 кОм;
- сопротивление постоянному току шунта $Z_{ш2} \geq 1$ кОм.

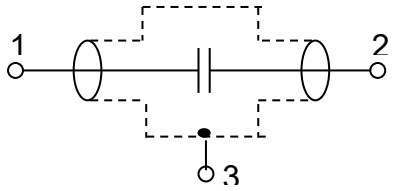


Рисунок 9.5 – Экранированный конденсатор

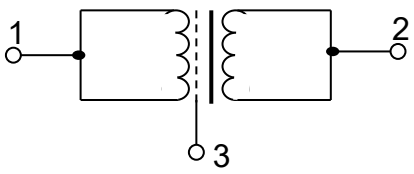


Рисунок 9.6 – Емкость между экранированными обмотками трансформатора

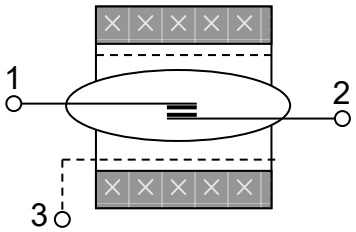


Рисунок 9.7 – Проходная емкость между контактами реле на магнитоуправляемых контактах

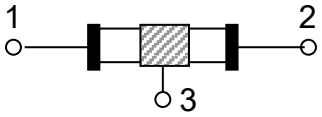


Рисунок 9.8 – Проходной иммитанс резистора или конденсатора с влагозащитным пояском

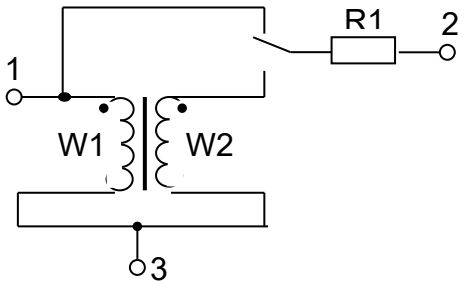


Рисунок 9.9 – Схема для определения фазировки обмоток и коэффициента трансформации трансформатора

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 выводится сообщение «АВТО».

9.6.3 Установка частоты испытательного сигнала

Для установки частоты испытательного сигнала необходимо нажать функциональную кнопку «Частота**»,** после чего кнопками прокрутки установить заданное значение (кнопки ◀, ▶ – грубая прокрутка, кнопки ▲, ▼ – точная установка). Значение частоты отображается в поле 7 индикатора.

После нажатия функциональной кнопки «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 ◀, ▶ (грубо) или ▲, ▼ (плавно) установить заданное значение напряжения в поле 6 индикатора. Напряжение испытательного сигнала также можно установить, используя функцию цифрового ввода, аналогично вводу значения частоты испытательного сигнала.

9.6.5 Установка напряжения смещения

Для установки напряжения смещения необходимо нажать функциональную кнопку «Смещение» с помощью кнопок ◀, ▶ (грубо) или кнопок ▲, ▼ (плавно), или используя функцию цифрового ввода установить заданное напряжение смещения в поле 8 индикатора.

При работе с напряжением смещения соблюдайте следующую последовательность операций:

1) включите прибор;

2) по истечении времени самопрогрева при нулевом напряжении смещения (в поле 8 индикатора должно быть установлено 0,00 V) подключите к прибору объект измерения;

3) установите требуемое напряжение смещения и произведите измерения;

4) установите напряжение смещения равное нулю;

5) отключите объект измерения;

6) выключите прибор.

Примечание – Операции 1) и 6) в работающем приборе исключаются.

ВНИМАНИЕ!

НЕСОБЛЮДЕНИЕ ВЫШЕУКАЗАННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ОТКАЗУ ПРИБОРА.

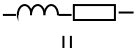
9.6.6 Выбор предела измерений $|Z|$

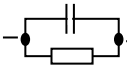
Для установки режима автоматического выбора предела измерений $|Z|$ (АВП) или режима ручного выбора предела измерений $|Z|$ необходимо нажать функциональную кнопку «Предел» и установить кнопками прокрутки в поле 5 индикатора требуемый режим и предел. При этом кнопками ◀, ▶ осуществляется включение режима «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 $A_{уст}$. После нажатия на кнопку **ВВОД**

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

в поле 3 индицируется измеренное значение процентного отклонения $\Delta\%$, %, рассчитанное по формуле (2.1).

9.6.9 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:

Fстарт;

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**.

9.6.10 Установка скорости измерений

Для установки скорости (режима) 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.

9.6.11 Калибровка

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

9.6.12 Коррекция нуля

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

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

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**.

9.6.13 Интерфейс USB 2.0

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

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

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 www.silabs.com. 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, “E729”)

65 – Включить АВП (0xAA,65) ; ПРИБОР: (0xAA,65)

66 – Выключить АВП (0xAA,66,D) ; ПРИБОР: (0xAA,66)

Где: D – № диапазона измерения:

0 - 1МОм
1 – 100кОм
2 – 10кОм
3 – 1кОм
4 – 100Ом
5 – 10Ом
6 – 1Ом

67 – Установить частоту

PC: (0xAA,67, f4,f3,f2,f1) ; ПРИБОР: (0xAA,67)

Где: **f1,f2,f3,f4** – 4 байта целого числа;

68 – Установить уровень

PC: (0xAA,68, L1,L0) ; ПРИБОР: (0xAA,68)

Где: **L1,L0**– 2 байта целого (int16) 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-усреднение по 10

diap: диапазон измерения (см. команду 66):

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:
$\varphi° = 180 \cdot \varphi / \pi = 57{,}2957795 \cdot \varphi$.

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

73 – Скорость измерения «Быстро»
РС: (0xAA, 73)
ПРИБОР: (0xAA, 73)
74 – Скорость измерения «Норма»
РС: (0xAA, 74)
ПРИБОР: (0xAA, 74)

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.2664–2017 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 микроконтрол-лера	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 30 °С до плюс 50 °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 УТИЛИЗАЦИЯ

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

15 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

15.1 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.

15.2 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.

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

16 СВИДЕТЕЛЬСТВО ОБ УПАКОВЫВАНИИ

16.1 Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29, заводской номер _____ упакован _____*ОАО «МНИПИ»*_____
наименование или код изготовителя

согласно требованиям, предусмотренным в действующей технической документации.

_____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
год, месяц, число

17 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

17.1 Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29, заводской номер _____ изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, ТУ BY 100039847.148-2017 и признан годным для эксплуатации.

Начальник ОТК

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

линия отреза при поставке на экспорт

Руководитель организации ТУ BY 100039847.148-2017
обозначение документа,
по которому производится поставка

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

Анализатор иммитанса широкополосный Е7-29 выдержал приемо-сдаточные испытания в объеме ТУ BY 100039847.148-2017 и признан годным для эксплуатации.

Представитель заказчика

МП _____ _____
личная подпись расшифровка подписи

_____
дата

ЗАКАЗАТЬ