

## LCR-ИЗМЕРИТЕЛЬ LCR-1100, LCR-1010

### РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



Москва

Версия 1.01

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ТЕРМИНЫ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	<b>6</b>
2.1	Основные измерительные возможности.....	7
2.2	Основные функции и режимы.....	7
2.2.1	Функция калибровки измерителя.....	7
<b>3</b>	<b>ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ</b> .....	<b>9</b>
3.1	Распаковка прибора.....	9
3.2	Условия эксплуатации.....	9
3.3	Использование подставки.....	9
<b>4</b>	<b>УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>СОСТАВ КОМПЛЕКТА</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b> .....	<b>11</b>
6.1	Спецификации.....	11
6.2	Общие данные.....	12
6.3	Нормирование погрешности.....	12
6.4	Погрешность измерений.....	13
6.4.1	Погрешность измерения C, D.....	13
6.4.2	Погрешность измерения L, Q.....	14
6.4.3	Погрешность измерения Z, $\theta$ .....	14
6.4.4	Погрешность измерения R, $\Phi$ .....	15
6.4.5	Погрешность измерения DCR.....	15
<b>7</b>	<b>ОПИСАНИЕ ПРИБОРА И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ</b> .....	<b>16</b>
7.1	Органы управления передней панели.....	16
7.2	Описание верхней панели.....	18
<b>8</b>	<b>ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ПРИБОРА</b> .....	<b>18</b>
8.1	Питание прибора.....	18
8.2	Включение и выключение (ON/ OFF).....	18
8.3	Время прогрева прибора.....	18
<b>9</b>	<b>ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ</b> .....	<b>19</b>
9.1	Особенности применения измерительного щупа LCR-101.....	20
9.2	Меню Система /SYSTEM.....	21
9.3	Интерфейс.....	21
9.4	Функция компаратора.....	21
9.5	Подключение тестового терминала.....	21
9.6	Батарея и питание прибора.....	21
<b>10</b>	<b>РЕЖИМ «ИЗМЕРЕНИЕ»/ «MEASURE»</b> .....	<b>22</b>
10.1	Меню FUNC: измеряемые параметры.....	23
10.1.1	Конфигурация параметров для измерений.....	23
10.1.2	Перечень параметров.....	23
10.2	FREQ : Частота тест-сигнала.....	23
10.3	LEVEL: уровень тест-сигнала.....	24
10.4	EQU : Методы эквивалентной схемы.....	24
10.5	RANGE: диапазон измерений.....	24
10.6	Скорость измерений - SPEED.....	24
<b>11</b>	<b>РЕЖИМ НАСТРОЙКИ (SETUP)</b> .....	<b>25</b>
11.1	Функция AUTO LCZ.....	25
11.2	Функция сравнения/ COMP.....	25
11.3	Звуковой сигнал/ BEEP.....	25
11.4	Выбор номинала: NOMINAL.....	25
11.5	Значение допуска: TOL( $\pm$ ).....	26
<b>12</b>	<b>ОПЕРАЦИИ КАЛИБРОВКИ «[OPEN/ SHORT]» XX/ K3</b> .....	<b>27</b>
12.1.1	Калибровка XX [OPEN].....	27
12.1.2	Калибровка K3 [SHORT].....	28
<b>13</b>	<b>КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ- SYSTEM CONFIG</b> .....	<b>30</b>
13.1	Звуковой сигнал клавиш/BEEP.....	30
13.2	Регулировка ЯРКОСТИ.....	30
13.3	Сенсорный экран- TOUCH PANEL.....	30

13.4	Интервал активности дисплея.....	32
13.5	Время автовыключения питания/ APO .....	32
13.6	Порт VCOM ENDMARK .....	32
13.7	Порт USB-HID PID.....	32
13.8	Настройки по умолчанию/ Def.....	33
13.9	ИНФОРМАЦИЯ О СИСТЕМЕ .....	33
13.10	Базовые процедуры измерений / MEASUREMENT .....	34
13.11	Пошаговые примеры измерений.....	34
<b>14</b>	<b>ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ .....</b>	<b>36</b>
14.1	Виртуальный последовательный порт USB-VCOM .....	36
14.2	Класс устройств USB-HID.....	36
<b>15</b>	<b>ОБЗОР КОМАНД/ COMMAND OVERVIEW.....</b>	<b>39</b>
15.1	Пакет команд USB-HID .....	39
15.2	Спецификаторы .....	39
15.3	Типы данных.....	40
<b>16</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....</b>	<b>41</b>
16.1	Установка и замена батареи .....	41
16.2	Уход за поверхностью измерителя .....	41
<b>17</b>	<b>ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА .....</b>	<b>42</b>
<b>18</b>	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>43</b>
18.1	Сводный перечень всех команд USB (Command List):.....	43
18.2	Перечень команд/ Commands .....	44

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Измерители импеданса серии **LCR-1000** (2 модели): **LCR-1100** (50 Гц ...100 кГц), **LCR-1010** (50 Гц ...10 кГц) (далее прибор, измеритель) предназначены для измерения параметров пассивных элементов электрической цепи - полное сопротивление, активное сопротивление, емкость, индуктивность, фазовый угол, тангенс угла потерь, добротность, DCR, ESR/ ЭПС. Измерения выполняются с выбором последовательной или параллельной схем замещения компонента (8 параметров / 15 пар их комбинаций).

Измерители обеспечивают точность измерений LCR компонентов и деталей ( $\pm 0,2\%$  базовая), удобство применения для широкого круга задач тестирования. Измерение производится на переменном токе/АС (фиксированные значения - 0,3В скз/ 0,7В скз/ 1 В скз).

Измерение на переменном токе выполняется:

-в модели **LCR-1100** с частотой тест-сигнала 50 / 100/ 120 Гц/ 1/ 2/ 10/ 50/ 100 кГц (фикс.)

-в модели **LCR-1010** с частотой тест-сигнала 50 / 100/ 120 Гц/ 1/ 2/ 10 кГц (фикс.)

Предусмотрен режим измерения сопротивления на постоянном токе/ DCR (уровень 1 В). Режим измерения сопротивления на постоянном токе предназначен для измерения активного (омического) сопротивления при тестировании таких компонентов, как, катушки, дроссели, обмотки трансформаторов.

Быстродействие измерителя: 2,5 изм./с (Slow), 10 изм./с (Fast). Одновременное отображение на экране 2-х параметров (Prim/ Second).

Максимальная индикация ЖК-дисплея «50.000» (Основная / Вспомогательная шкала) при отображении результатов измерений.

Прибор обеспечивает функцию допускового контроля (Sorting -Pass/ Fail) с целью сортировки компонентов по заданному % номиналу (основной параметр).

Обе модели стандартно оснащены интерфейсами USB-HID и USB-VCOM (type C). Компьютерные команды дистанционного управления совместимы с SCPI, и пользователи могут написать программное обеспечение независимо для дистанционного управления и функций эффективного сбора данных.

### Принцип измерения

Работа измерителей LCR основана на анализе прохождения тестового сигнала с заданной частотой через цепь, обладающую комплексным сопротивлением и последующим сравнением с опорным напряжением. Тест-сигнал рабочей частоты подается с внутреннего генератора на измеряемый объект, на котором измеряется напряжение. Ток, протекающий через объект, с помощью внутреннего преобразователя ток-напряжение преобразуется в пропорциональный электрический потенциал. Измерение отношения этих двух напряжений дает полное сопротивление цепи. Встроенный микропроцессор на основании независимых измерений тока и напряжения при различных фазовых соотношениях опорного и измеряемого сигнала рассчитывает электрические характеристики измеряемого объекта, значения параметров далее выводятся на цифровой дисплей.

Конструктивно LCR-измерители выполнены в виде компактного портативного прибора. Внутри корпуса расположены электронные узлы и компоненты, обеспечивающие функционирование измерителя.

Особенности режимов и измерительных функций:

- Параметры измеряемые на переменном токе/ АС (одновременно 2 параметра): комплексное сопротивление/ $Z$ , фазовый угол/ $\phi$ , индуктивность/ $L$ , емкость/ $C$ , активное сопротивление/ $R_{ac}$ , добротность/ $Q_e$ , коэффициент диэлектрических потерь/ $De$  (15 пар комбинаций параметров)
- Измерение на постоянном токе (DC): активное омическое сопротивление/ **DCR**.
- Фиксированные частоты тест-сигнала (6 номиналов / 8 номиналов – в зав. от модификации) для анализа компонентов с выбором дискретного значения уровня тест-сигнала.

Высокое разрешение и точность измерений позволяют достоверно тестировать характеристики электронных компонентов. Функция измерений в режиме сортировки «*Годен/ Не годен*» обеспечивает допусковой тест в соответствии с заданными требованиями пользователя.

Измеритель имеет сенсорный ЖК-дисплей (TFT, диагональ 7см, 320x240 точек) с двойной шка-

лой индикации параметров - Основной/ Вспомогательный (**primary/ secondary**). Сенсорный ЖКИ делает прибор простым в управлении - клавишами на панели/ касанием на экране и легким в освоении, обеспечивает удобную настройку и отображение результатов (условий теста).

Измерители LCR-1000 серии при использовании ресурсов ПО (в свободном доступе) выполняют сбор входных данных при помощи внешнего ПК (Data Logging), что позволяет организовать автоматическую запись и хранение измерений характеристик электронных компонентов во всем рабочем диапазоне тестовых частот.

Измерители импеданса LCR-1000 серии предназначены для высокоточных измерений на этапах тестирования пассивных компонентов в подразделениях R&D (НИОКР), в отделах производственных испытаний, службах входного контроля (IQC) и приёмки, научных лабораториях и учебных заведениях.

Содержание данного **Руководства по эксплуатации** не может быть воспроизведено в какой-либо форме (копирование, воспроизведение и др.) в любом случае без предшествующего разрешения компании изготовителя или официального дилера.

#### **Внимание:**

1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию (внести не принципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики). При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.



2. В соответствии с ГК РФ (ч.IV , статья 1227, п. 2): **«Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности»** , соответственно приобретение данного средства измерения не означает приобретение прав на его конструкцию, отдельные части, программное обеспечение, руководство по эксплуатации и т.д. Полное или частичное копирование, опубликование и тиражирование руководства по эксплуатации запрещено.



*Изготовитель оставляет за собой право вносить в схему, состав и конструкцию прибора не принципиальные изменения, не влияющие на его технические данные. При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.*

## 2 ТЕРМИНЫ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед началом эксплуатации прибора внимательно ознакомьтесь с настоящей инструкцией. Используйте измеритель только для целей указанных в настоящем руководстве, в противном случае возможно повреждение измерителя.

В инструкции используются следующие предупредительные символы:



**WARNING (ВНИМАНИЕ).** Указание на состояние прибора, при котором возможно поражение электрическим током.



**CAUTION (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ).** Указание на состояние прибора, следствием которого может стать его неисправность.

На панелях прибора используются следующие предупредительные символы:



**ОПАСНО** – высокое напряжение



Предохранитель



**ВНИМАНИЕ** – смотри Инструкцию



Земля



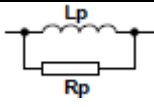
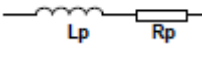
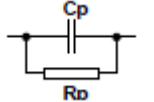
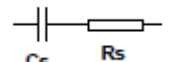
Батарея (Li-Ion аккумулятор **8,4В**)

**ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ И ПОРЧИ ПРИБОРА ОБЯЗАТЕЛЬНО ОЗНАКОМЬТЕСЬ С УКАЗАНИЯМИ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ, ИЗЛОЖЕННЫМИ В РАЗДЕЛЕ 4.**

## 2.1 Основные измерительные возможности

Измерение параметров и значений (**15 комбинаций**) + 1 параметр: **Cs-Rs, Cs-D, Cp-Rp, Cp-D, Lp-Rp, Lp-Q, Ls-Rs, Ls-Q, Rs-Q, Rp-Q, R-X, Z-θr, Z-θd, Z-D, Z-Q** (одновременное отображение), **DCR**.

Выбор схемы замещения: Эквивалентная последовательная или параллельная схема замещения (**Ser/S, Par/P**).

	Схема цепи	Тангенса угла потерь	Преобразование
L		$D=2\pi$ $FLp/Rp=1/Q$	$Ls=Lp/(1+D^2)$ $Rs=RpD^2/(1+D^2)$
		$D=Rs/2\pi$ $FLs=1/Q$	$Lp=(1+D^2)Ls$ $Rp=(1+D^2)Rs/D^2$
C		$D=1/2\pi$ $FCpRp=1/Q$	$Cs=(1+D^2)Cp$ $Rs=RpD^2/(1+D^2)$
		$D=2\pi$ $FCsRs=1/Q$	$Cp=Cs/(1+D^2)$ $Rp=Rs(1+D^2)/D^2$

Параллельная (**P**) или последовательная (**S**) схема замещения измеряемых компонентов (**L, C, R**) выбирается оператором вручную с помощью в меню прибора.

### Выбор диапазона измерений:

Прибор имеет **8 пределов** измерений импеданса (диапазонов).

Автовыбор/ Auto, Фиксированный/ Hold (с дискретным выбором одного из диапазонов, номинальный/ Nominal (для режима %-сортировки). В режиме «Сортировка» измеритель автоматически выбирает наиболее подходящий диапазон с учетом заданного номинального значения в качестве эталона компарирования.

### Выбор скорости измерений:

Скорость измерения определяет быстродействие при измерении компонентов и характеризуется следующими параметрами:

- 10 изм/с (100 мс) Fast/ быстр.,
- 2,5 изм/с (Slow/ медл).

### Индикация результатов измерения

Результат измерения может быть представлен одним из следующих видов:

#### 1. Абсолютное значение

ЖКИ показывает текущее значение измеренных параметров на обоих индикаторах (основном и вспомогательном) в абсолютных единицах. Разрешение шкалы основного индикатора (**L, C, R**) составляет 6 цифр. Разрешение вспомогательного индикатора (**D, Q, Rs/ Rp**) составляет **6 цифр**.

#### 2. Δ-измерение %

В этом режиме на индикаторе отображается процентное отклонение измеренного параметра (**L, C, R**) от опорного значения. Разрешение шкалы Δ-% индикатора составляет 5 цифр. Результат представляется в соответствующих единицах измерения (Ом, Гн, Ф).

Погрешность измерений (R, Z, L, C – базовая):

± 0,2 % - в режимах Медл (Slow) и Быстро (Fast)

## 2.2 Основные функции и режимы

### 2.2.1 Функция калибровки измерителя

В случае высокоточных измерений необходимо исключить влияние собственной емкости и сопротивления соединительных кабелей при проведении тестирования компонентов (паразитного импеданса). Для этого необходимо выполнить установку нуля (калибровку) измерителей LCR при подключенных измерительных кабелях или других вспомогательных тестовых площадках (изм. адаптерах).

**Установка нуля (калибровка «0»-zeroing)** в режиме:

➤ «Холостой ход/ XX (OPEN)» (компенсация остаточной емкости)

При калибровке в зажимах измерительных кабелей и тестовых площадок не должно быть электронных компонентов и клеммы всех зажимов кабеля (разъемов прибора) - не должны соединяться между собой.

➤ «Короткое замыкание/ КЗ (SHORT)» (компенсация остаточного сопротивления)

В зажимах измерительных кабелей и тестовых площадок не должно быть электронных компонентов. Зажимы на всех на концах кабеля должны быть закорочены между собой «накоротко».

### **Функция допускового сравнения (Sorting)**

Компоненты по основным параметрам могут быть отсортированы в режиме допускового контроля Sorting -Pass/Fail с использованием выборок %-сравнения **BIN1-BIN5**, и статуса **HI/LN/LO** для каждого измеряемого параметра заданного как первичный (primary).

### **Установка пределов**

Для установки области допуска (**Limit**) может использоваться следующие величины: абсолютное значение, абс. отклонение и значение % отклонения.

### **Функция автоизмерений [AUTO-LCZ]**

Данный режим (**Auto-LCZ**) позволит оператору правильно выбрать настройки и условия тестирования для правильного автоизмерения параметра объекта с учетом типа компонента (**L, C, Z, R**) и его номинала.

**Примеч.** *Режим автоматического детектирования и измерения параметров (Auto-LCZ) не подходит для тестирования сложных компонентов, поэтому следует не полагаться полностью на эту функцию для измерений компонентов и радиодеталей (не во всех случаях).*

### **Режим DCR**

Режим DCR предназначен для измерения активного (омического) сопротивления для измерения компонентов с реактивной составляющей, таких как: катушки, дроссели, обмотки трансформаторов. Параметры тест-сигнала в режиме DCR: 1 В (XX), вых. импеданс 100 Ом .

### 3 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

#### 3.1 Распаковка прибора.

Измеритель отправляется потребителю заводом после того, как полностью осмотрен и проверен. После его получения немедленно распакуйте и осмотрите прибор на предмет повреждений, которые могли произойти во время транспортирования.

Проверьте комплектность прибора в соответствии с данными **Раздела 5** настоящей инструкции. Если обнаружена какая либо неисправность, немедленно поставьте в известность дилера (продавца).

#### 3.2 Условия эксплуатации

Прибор сохраняет свои технические характеристики при температуре окружающего воздуха от 0°C до 50 °C (относ. влажность  $RH \leq 70\%$ ). При эксплуатации в других температурных условиях возможен выход прибора из строя. Высота на уровне моря – до 2000 м.

Не используйте прибор в местах воздействия сильных электромагнитных полей, это также может вызвать неисправность прибора, нестабильность индикации ЖК-дисплея, либо отображение недостоверных результатов измерения.

**Для исключения возможности поражения электрическим током и/ или поломки прибора:**

1. Убедитесь, что измеряемые компоненты не подключены к источникам питания.
2. **Перед измерением емкости конденсатора (C) – обязательно разрядите его!!!**

#### 3.3 Использование подставки

Этот раздел описывает, как отрегулировать подставку для расположения прибор на поверхности рабочего места. Оригинальная разработка подставки для LCR-измерителя при эксплуатации позволяет:

1. Использовать откидную подставку для удобства считывания результатов измерения, установив ее на определенный угол на задней панели (рис. 6.1- 6.2).

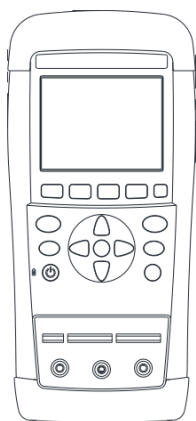


Рис. 6.1

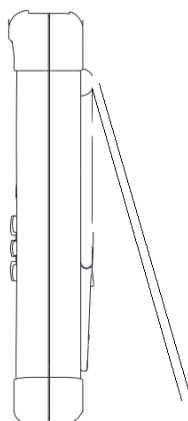


Рис. 6.2



Рис. 6.3

## 4 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Для исключения возможности поражения электрическим током:

- не подавать на измерительный вход напряжение больше 30 Вскз/ 30 В пост.,
- не использовать измерительные провода с поврежденной изоляцией,
- соблюдать меры безопасности и осторожности при работе с напряжением 30 В перем./ 42 В перем. пик./ 60 В пост и выше – это опасно для жизни!

Для исключения повреждения прибора:

- выполнять переключение режимов и изменять текущий статус прибора только после отключения измерительных проводов от тестируемой схемы
- не погружать прибор в воду, не эксплуатировать в условиях дождя и повышенной влажности, высоких температур, а также во взрывоопасной среде (горючий газ, испарения или пыль).

**ВНИМАНИЕ !!!:** До начала измерений (перед подключением к входным гнездам) – обязательно разрядить подключаемый конденсатор!

## 5 СОСТАВ КОМПЛЕКТА

Прибор поставляется в составе, указанном в таблице:

Наименование	Количество
Измеритель <b>LCR-1100/-1010</b>	1*
Аккумуляторная батарея (перезаряжаемая)	1 (LCR-305)
Соединительный USB кабель	1 (LCR-205)
Измерительный кабель (Кельвин) – колодка Lf/ Hf, Hs/ Ls // 2 «крокодила»	1 (LCR-101)
Короткозамыкатель (КЗ- колодка)	1 (LCR-100)
Чехол	1 (LCR-503)
Руководство по эксплуатации (РЭ)	1 (QR-код)
Руководство по программированию**	по запросу

\* - в зав. от модификации измерителя.



\*\* **Внимание:** ПО для записи данных (в свободном доступе у поставщика или по запросу)

### Опции

SMD*	0603~1812	0201~0805
------	-----------	-----------

\* Типоразмер SMD компонентов (chip)

## 6 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 6.1 Спецификации

Нормирование технических характеристик и спецификаций приведено для условий окружающей среды: температура:  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность (RH) <70%.

Функции измерений: C-D, C-Q, C-R, L-D, L-Q, L-R, L-Rdc, R-Q, R-X, R-Rdc, Rdc,  
(2 параметра одновременно) Z-D, Z-Q, Z- $\theta_r$ , Z- $\theta_d$

Скорость измерений: 10 изм/с, 2,5 изм/с

Испытательный сигнал (тест-сигнал переменного тока/ AC):

Частота тест-сигнала	<b>LCR-1100:</b> 50 Гц, 100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 10 кГц, 50 кГц, 100 кГц. <b>LCR-1010:</b> 50 Гц, 100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 10 кГц.
Погрешность установки частоты:	$\pm 0,02\%$
Вых. импеданс:	100 Ом ( $\pm 5\%$ )

#### Диапазон индикации параметров LCR-1100:

Параметр	Диапазон индикации при измерении
L	0.001 $\mu\text{H}$ ~ 999.9H
C	0.001pF ~ 999.9mF
R, Z, X, DCR	0.0001 $\Omega$ ~ 99.99M $\Omega$
D	0.0001 ~ 9.999
Q	0.0001 ~ 999.9
$\theta_d$	-179.999 $^{\circ}$ ~ 179.999 $^{\circ}$
$\theta_r$	-3.14159 ~ 3.14159
$\Delta\%$	-999,9% ~ 999,9%

#### Диапазон индикации параметров LCR-1010:

Параметр	Диапазон индикации при измерении
L	0.01 $\mu\text{H}$ ~ 999.9H
C	0.01pF ~ 999.9mF
R, Z, X, DCR	0.0001 $\Omega$ ~ 99.99M $\Omega$
D	0.0001 ~ 9.999
Q	0.0001 ~ 999.9
$\theta_d$	-179.999 $^{\circ}$ ~ 179.999 $^{\circ}$
$\theta_r$	-3.14159 ~ 3.14159
$\Delta\%$	-999,9% ~ 999,9%

Напряжение тест-сигнала (AC)	0,3В скз/ 0,7В скз/ 1 В скз (фиксированные значения).
Погрешность установки уровня:	$\pm 10\%$
Вых. импеданс	100 Ом ( $\pm 5\%$ )

#### Параметры тест-сигнала в режиме DCR:

Форма сигнала	Постоянный ток (DC)
Уровень (U)	Напряжение: 1 В ( $\pm 10\%$ ), фиксированный уровень.
Вых. импеданс	100 Ом

## 6.2 Общие данные

Дисплей	Сенсорный, графический ЖК-индикатор (TFT), диаг. 7 см
Интерфейс	USB (тип C)
Питание	8,4 В (Li-Ion батарея)
Ресурс работы батарей	Непрерывно: 7 hours(100% backlight), 9 hours(50% backlight)
Потребл. мощность	1,5 Вт
Battery charging power	5VDC, 2A, 10W(maximum)
Время зарядки	ок. 3 ч.
USB charger output	5VDC, 2A(minimum)
PC USB port output	5VDC, 2A(minimum)
Условия эксплуатации	Температура: 0~50°C, Отн. влажность: <70%RH (только внутри помещений), высота над уровнем моря - 2000 м.
Условия хранения	Температура: -10~70°C, Отн. влажность: <80%RH
Габ. размеры (ШxВxГ)	90 x 195 x 41 мм (в защитном чехле)
Масса	380г (с батареей)
Safety and EMC	EN55011,EN61326,EN61000

Display - 2.8" LCD color display with touch screen

Backlight - 50%、100%

Dim display brightness - 5 minutes/10 minutes/20 minutes/30 minutes/off (\*Only works on battery power)

Auto power off - 5 minutes/10 minutes/20 minutes/30 minutes/off (\*Only works on battery power)

### Условия нормирования погрешности измерений:

Температура	23 °C±5 °C
Влажность	<70% R.H.
Другие условия	Калибровка XX/Open и КЗ/Short - выполнена. Прибор прогрет в течении 30 мин.
Базовая погрешность	±0,2 %

## 6.3 Нормирование погрешности

Этот раздел РЭ содержит описание в нормировании точностных характеристик (погрешности измерения) и комментарии для их оценки при тестировании

Он включает блоки:

- ✓ Погрешность измерения параметров
- ✓ Факторы влияющие на погрешность (коэффициенты коррекции)

Погрешность измерений прибора зависит от доверительного интервала (стабильности показаний), колебаниями окружающей температуры, линейности цепи (объекта) и допусков воспроизводимости результата измерений.

Верификация погрешности измерений должна выполняться при соблюдении следующих условий:

- Время прогрева: ≥30 минут.
- Проведение успешной калибровки XX/ КЗ (после прогрева).
- Выбор режима Auto-ranging (автовыбор предела измерений).

## 6.4 Погрешность измерений

В данном разделе РЭ приведена информация о погрешности измерений параметров, при этом нормированные значения могут быть обеспечены только при использовании 5-ти проводной клеммной колодки (гнезд) или тестового приспособления (изм. площадка).

Только для быстрого определения параметров компонентов измерения проводятся с использованием 3-х проводных подключений (гнезда «мама» 4 мм/ клеммы изм. колодки).

### Тестовый кабель

Используйте 4 пр. гнезда для прямого измерения, при этом погрешность указана в таблице.

Если для измерения подключен тестовый кабель «зажим Кельвина»/ LCR-101 или «пинцет»/LCR-108, то необходимо учесть доп. погрешность к значению, обусловленную длиной провода подключения.

### Погрешность измерений:

$$\pm(A \times B) (\% \text{ от Изм. значения})$$

A: Базовая точность, указанная в таблице

B: Точность тестового кабеля

$$B = 1 + (L \times F)$$

L: Коэффициент длины тестового кабеля, «L» равен 0,05

F: Значение частоты тест-сигнала при измерении (кГц)

### 6.4.1 Погрешность измерения C, D

Погрешность измерения C, D определяется значениями, которые указаны ниже в таблицах:

#### ■ 50Hz/60Hz/100Hz/120Hz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Ce	Accuracy De
20mF	5.0000mF - 50.000mF	2.0%+5 counts	0.0200
5mF	500.0µF - 4.9999mF	1.0%+3 counts	0.0100
500µF	50.00µF - 499.99µF	0.5%+2 counts	0.0050
50µF	5.000µF - 49.999µF	0.35%+2 counts	0.0020
5µF	500.0nF - 4.9999µF	0.2%+2 counts	0.0020
500nF	50.00nF - 499.99nF	0.2%+2 counts	0.0020
50nF	5.000nF - 49.999nF	0.6%+3 counts	0.0030
5nF	500pF - 4.9999nF	2.0%+5 counts	

#### ■ 1kHz/2kHz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Ce	Accuracy De
1mF	500.0µF - 4.9999mF	1.0%+5 counts	0.0500
500µF	50.00µF - 499.99µF	0.3%+3 counts	0.0300
50µF	5.000µF - 49.999µF	0.2%+2 counts	0.0030
5µF	500.0nF - 4.9999µF	0.2%+2 counts	0.0020
500nF	50.00nF - 499.99nF	0.2%+2 counts	0.0020
50nF	5.000nF - 49.999nF	0.2%+2 counts	0.0020
5nF	500.0pF - 4.9999nF	0.3%+3 counts	0.0030
500pF	50.0pF - 499.9pF	0.65%+5 counts	

#### ■ 10kHz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Ce	Accuracy De
50µF	5.000µF - 49.999µF	1.0%+3 counts	0.0100
5µF	500.0nF - 4.9999µF	0.3%+2 counts	0.0030
500nF	50.00nF - 499.99nF	0.2%+2 counts	0.0020
50nF	5.000nF - 49.999nF	0.2%+2 counts	0.0020
5nF	500.0pF - 4.9999nF	0.2%+2 counts	0.0020
500pF	50.00pF - 499.9pF	0.3%+3 counts	0.0030
50pF	5.00pF - 49.99pF	1.2%+5 counts	

#### ■ 50kHz/100kHz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Ce	Accuracy De
5µF	500.0nF - 4.9999µF	3.0%+10 counts	0.0300
500nF	50.00nF - 499.99nF	0.3%+5 counts	0.0030
50nF	5.000nF - 49.999nF	0.2%+2 counts	0.0020
5nF	500.0pF - 4.9999nF	0.2%+2 counts	0.0020
500pF	50.00pF - 499.99pF	0.3%+2 counts	0.0020
50pF	5.000pF - 49.999pF	1.0%+5 counts	0.0100
5pF	1.000pF - 4.999pF	3%+10 counts	

## 6.4.2 Погрешность измерения L, Q

### ■ 50Hz/60Hz/100Hz/120Hz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Le	Accuracy Qe
1000H	500.0H – 1000.0H	1.0%+3 counts	0.0100
500H	50.00H - 499.99H	0.3%+2 counts	0.0030
50H	5.000H – 49.999H	0.2%+2 counts	0.0020
5H	500.0mH – 4.9999H	0.2%+2 counts	0.0020
500mH	50.00mH – 499.99mH	0.3%+2 counts	0.0100
50mH	5.000mH – 49.999mH	0.5%+3 counts	0.0500
5mH	50μF – 4.999mH	1.4%+5 counts	

### ■ 1kHz/2kHz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Le	Accuracy Qe
100H	50.00H –99.99H	1.0%+3 counts	0.0100
50H	5.000H – 49.999H	0.3%+2 counts	0.0030
5H	500.0mH – 4.9999H	0.2%+2 counts	0.0020
500mH	50.00mH – 499.99mH	0.2%+2 counts	0.0100
50mH	5.000mH – 49.999mH	0.2%+2 counts	0.0500
5mH	500.0μH – 4.9999mH	0.5%+3 counts	0.0700
500μH	50.0μH – 499.9μH	1.4%+5 counts	

### ■ 10kHz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Le	Accuracy Qe
1000mH	500.0mH – 999.9mH	1.0%+3 counts	0.0100
500mH	50.00mH – 499.99mH	0.2%+2 counts	0.0020
50mH	5.000mH – 49.999mH	0.3%+2 counts	0.0500
5mH	500.0μH – 4.9999mH	0.3%+2 counts	0.0700
500μH	50.00μH – 499.9μH	1.0%+3 counts	0.0800
50μH	5.00μH – 49.99μH	1.4%+5 counts	

### ■ 50kHz/100kHz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Le	Accuracy Qe
100mH	50.00mH – 99.99mH	1.2%+5 counts	0.0120
50mH	5.000mH – 49.999mH	1%+2 counts	0.0700
5mH	500.0μH – 4.9999mH	0.65%+2 counts	0.0500
500μH	50.00μH – 499.99μH	0.65%+2 counts	0.0500
50μH	5.000μH – 49.999μH	1%+5 counts	0.0700
5μH	0.500μH – 4.999μH	2.5%+10 counts	

Погрешность измерений Q определяется по формуле, приведенной ниже:

$$Q_e = \pm \frac{Q_x^2 \times D_e}{1 \mp Q_x \times D_e} \quad (\text{when } Q_x \times D_e < 1)$$

где:

$Q_x$  - измеренное значение Q.

$D_e$  - Погрешность измерений D.

## 6.4.3 Погрешность измерения Z, θ

### ■ ≤10kHz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Ze	Accuracy θe
10MΩ	5.000MΩ - 10.000MΩ	3.0%+5 counts	2.0°
5MΩ	500.0kΩ - 4.9999MΩ	1.2%+3 counts	0.7°
500kΩ	50.00kΩ - 499.99kΩ	0.3%+3 counts	0.2°
50kΩ	5.000kΩ - 49.999kΩ	0.2%+2 counts	0.2°
5kΩ	500.0Ω - 4.999kΩ	0.2%+2 counts	0.2°
500Ω	50.00 - 499.99Ω	0.2%+2 counts	0.2°
50Ω	5.000Ω - 49.999Ω	0.3%+3 counts	0.2°
5Ω	0.5000Ω - 4.9999Ω	0.65%+3 counts	0.6°
0.5Ω	0.0500Ω - 0.4999Ω	3.0%+3 counts	

### ■ >10kHz

Range Value	Accuracy Range	Accuracy Ze	Accuracy θe
5MΩ	500.0kΩ - 4.9999MΩ	3.0%+10 counts	2.0°
500kΩ	50.00kΩ - 499.99kΩ	1.2%+5 counts	0.7°
50kΩ	5.000kΩ - 49.999kΩ	0.3%+2 counts	0.3°
5kΩ	500.0Ω - 4.999kΩ	0.2%+2 counts	0.2°
500Ω	50.00 - 499.99Ω	0.2%+2 counts	0.2°
50Ω	5.000Ω - 49.999Ω	0.3%+5 counts	0.3°
5Ω	0.5000Ω - 4.9999Ω	1%+10 counts	1.0°
0.5Ω	0.0500Ω - 0.4999Ω	3.0%+20 counts	

#### 6.4.4 Погрешность измерения $R, \Phi$

ЭПС (ESR) означает параметр эквивалентное последовательное сопротивление ( $R_s$ ).

Формула погрешности ЭПС/ ESR :

$$R_{s_e} = \pm X_x \cdot \phi_e \quad [\Omega]$$

Где:  $\theta_e$  - погрешность измерения  $\theta$ .

$X_x$  - измеренное значение реактивного сопротивления.

$$X_x = 2\pi f L_x \text{ or } X_x = \frac{1}{2\pi f C_x}$$

Формула погрешности измерения фазового угла  $\Phi_e$ :

$$\phi_e = \theta_e \cdot \frac{\pi}{180}$$

Где:

$L_x$  — измеренное значение L. [H]

$C_x$  — измеренное значение C. [F]

$\theta_e$  — погрешность измерения  $\theta$ .

Формула погрешности для схемы эквивалентного параллельного сопротивления ( $R_{pe}$ ):

$$R_{pe} = \pm \frac{R_{px} \cdot \phi_e}{D_x \mp \phi_e} \quad [\Omega]$$

Где:

$R_{px}$  — измеренное значение  $R_p$ . [ $\Omega$ ]

$D_x$  — измеренное значение D.

$D_e$  — погрешность измерения D.

#### 6.4.5 Погрешность измерения DCR

##### ■ DCR

Range Value	Accuracy Range	Accuracy
10M $\Omega$	5.000M $\Omega$ - 10.000M $\Omega$	3.0%+5 counts
5M $\Omega$	500.0k $\Omega$ - 4.9999M $\Omega$	1.2%+3 counts
500k $\Omega$	50.00k $\Omega$ - 499.99k $\Omega$	0.3%+3 counts
50k $\Omega$	5.000k $\Omega$ - 49.999k $\Omega$	0.2%+2 counts
5k $\Omega$	500.0 $\Omega$ - 4.999k $\Omega$	0.2%+2 counts
500 $\Omega$	50.00 - 499.99 $\Omega$	0.2%+2 counts
50 $\Omega$	5.000 $\Omega$ - 49.999 $\Omega$	0.3%+3 counts
5 $\Omega$	0.5000 $\Omega$ - 4.9999 $\Omega$	0.65%+3 counts
0.5 $\Omega$	0.0500 $\Omega$ - 0.4999 $\Omega$	3.0%+3 counts

## 7 ОПИСАНИЕ ПРИБОРА И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

В этой главе описываются функции и назначение органов управления передней и верхней панели, символы экранной информации, а также рассмотрены основные операции настройки для эксплуатации измерителя серии **LCR -1000**.

Информация содержится в самостоятельных подразделах РЭ.

- Описание передней панели
- Описание верхней панели
- Вкл /Выкл питания прибора
- Подключение тестируемого компонента (DUT) к прибору

### 7.1 Органы управления передней панели

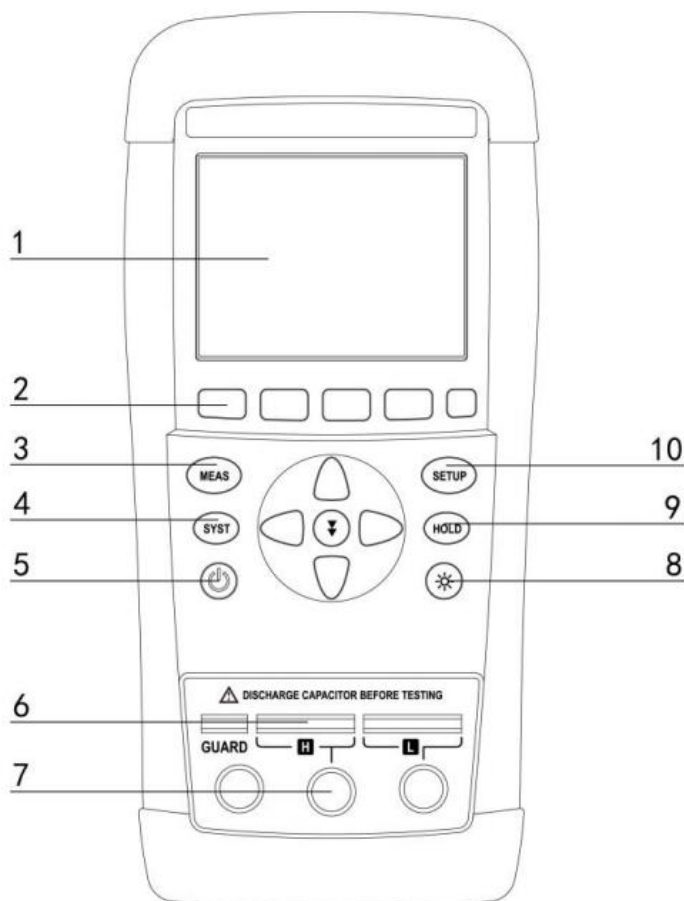





Рис. Передняя панель LCR -1000

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. Дисплей:               | Сенсорный графический ЖКИ (Touchscreen), диаг. 7см.  |
| 2. Клавиши функций        | 5шт Софт-клавиши выбора соответствующего параметра (режима), расположенного в нижней части ЖКИ   |
| 3. Клавиша <b>Measure</b> |  Активация функции измерения параметров.  |
| 4. Системная клавиша      |  Активация раздела системного меню <b>SYST</b> (горизонтальные строки каждой из функций на дисплее).  |
| 5. Клавиша Вкл/ Выкл пит. |  Нажать на ~2 сек, прибор включится и загорится зеленый индикатор подсветки, при этом активируется питание прибора <u>от внутр. батареи</u> . |

Для выключения нажать на 0,5 сек, питание прибора выключится и индикатор кнопки погаснет.

При внешнем питании от USB-порта, кнопка горит красным цветом, что означает - прибор использует внешнее питание.

6. Измерительные гнезда (5 пр.)

Клеммы выхода измерителя к ИУ по 5-и проводной схеме для тестового кабеля с колодкой или опциональных аксессуаров. \***Внимание: Перед измерением емкости конденсатора (C) – обязательно разрядите его!**

**Hforce / Hf** Выход тока

**Lforce / Lf** Возврат тока (общая точка)

**Hsense / Hs** Высокий потенциал

**Lsense / Ls** Низкий потенциал

**GUARD** Экран

7. Измерительные гнезда (4 мм)

Выход для подключения ИУ по 3-х пр. схеме при помощи соединительных проводов (H/ L/ G).

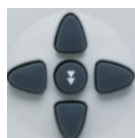
\***Внимание: Перед измерением емкости (C) – обязательно разрядите конденсатор!**

**H** Выход тестового тока

**L** Низкий потенциал

**GUARD** Экран

Клавиши-стрелки (курсоры)



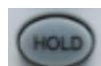
Выбор пунктов меню или параметров курсорами и подтверждения ввода значения или выбора функции **Enter** (кнопка – в центре). Клавиши **вверх/ вниз** и **влево/ вправо** используются попарно.

8. Клавиша вкл. подсветки



Для активации подсветки ЖК-дисплея. Предусмотрено 2 уровня регулировка яркости подсветки дисплея: 50% и 100%. Доп. функция – в функции ДУ разблокировка и возврат в режим местного управления (LOCAL).

9. Клавиша **HOLD**



Клавиша для удержания показаний (фиксация значения на экране).

10. Клавиша **SETUP**



Активация меню страницы настройки и редактирования значений.

## 7.2 Описание верхней панели

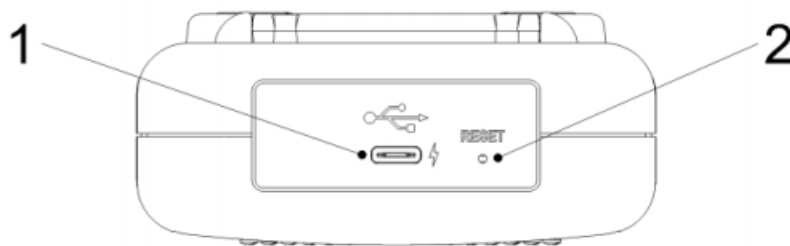


Рис. Верхняя панель LCR -1000 (порт USB)

### 1. USB-порт (тип C)

Этот порт используется для дистанционного управления (ПК) и зарядки аккумулятора. При использовании внешнего источника питания в процессе заряда прибора точность измерений не гарантируется.

2. **RESET**/Сброс. Если прибор неожиданно не выключается или зависает, выполните сброс и перезапуск прибора с помощью нажатия тонким толкателем.

## 8 ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ПРИБОРА


### 8.1 Питание прибора

#### ВНИМАНИЕ


- ✓ Питание прибора выполняется от внутренней литий-ионной батареи (8,4В).
- ✓ Доступно использовать USB-адаптер питания для подключения прибора к USB-порту (Type-C) для зарядки внутренней литий-ионной батареи.
- ✓ Минимальное выходное напряжение USB-адаптера питания 5 В пост. тока, 2 А.
- ✓ USB-адаптер питания должен соответствовать требованиям ЕАС, чтобы обеспечить безопасность зарядки прибора.
- ✓ Перед первым использованием прибора необходимо полностью зарядить батарею.
- ✓ Выключите питание прибора, подключите USB-зарядное устройство к USB-порту прибора с помощью USB-кабеля. Красный индикатор питания загорится, сигнализируя о начале зарядки, которая займет около 3 часов. По окончании зарядки красный индикатор погаснет.

### 8.2 Включение и выключение (ON/ OFF)

---

**ВКЛ.** Пит. Нажмите и удерживайте в течение > 2 с клавишу питания  на передней панели. Отпустите данную клавишу сразу после загорания с/д подсветки.

---

**ВЫКЛ.** Пит. Нажмите и удерживайте в течение > 2 с клавишу  на передней панели. Сразу после её отпускания питание прибора будет отключено (экран погаснет).

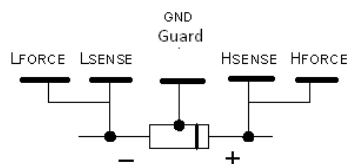
### 8.3 Время прогрева прибора

Измеритель серии LCR-1000 готов к работе практически сразу после включения питания, однако, для достижения нормированных значений метрологических спецификаций и технических характеристик рекомендуется обеспечить прогрев прибора в течение ~30 мин.

## 9 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

**Общие сведения** Стандартное контактное приспособление является 5-и проводным, имеет 4 контакта и общую клемму для подключения экрана (GND/Guard). На соединительной колодке кабеля контакты **Hforce / Lforce** предназначены для подачи тока, **Hsense / Lsense** измеряют падение напряжение (потенциал).

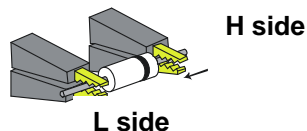
Схема



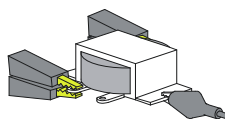
Описание	<b>Hforce</b>	Выход источника тестового сигнала (ток). Подключен к положительному выводу тестируемого устройства.
	<b>Hsense</b>	Вместе с Lsense следит за потенциалом. Контакт подключен к положительному выводу тестируемого устройства.
	<b>Lsense</b>	Вместе с Hsense следит за потенциалом. Контакт подключен к отрицательному выводу тестируемого устройства.
	<b>Lforce</b>	Общая токовая точка (принимает возвратный сигнальный ток). Контакт подключен к отрицательному выводу тестируемого устройства.
	<b>Guard</b>	Если на тестируемом компоненте имеется большой металлический участок, не подключенный ни к одному из зажимов, <u>подключите зажим заземления для снижения уровня электрического шума (GND).</u>

Операции на передней панели

1. Перед подключением измерительного кабеля (тестового аксессуара) - **разрядите тестируемый компонент, замкнув накоротко его выводы (контакты).**
2. Подключите колодку изм. кабеля приспособления к ножевым контактам (5 пр.) или гнездам (2 пр. – кр./ черн) на передней панели с соблюдением их маркировки или соответствующего цвета.
3. Подключите контактное приспособление к тестируемому компоненту. Если на компоненте обозначена полярность, подключите зажим **H side** к положительному выводу, а зажим **L side** к отрицательному. Убедитесь, что расстояние между основанием вывода и зажимом контактного приспособления достаточно мало.



4. Если снаружи корпус тестируемого компонента не подключен к одному из выводов, подключите зажим заземления для снижения уровня шума.



## 9.1 Особенности применения измерительного щупа LCR-101

Высокий/низкий импеданс	Если измеренный импеданс $>1 \text{ к}\Omega$ необходимость в стандартном подключении с зажимами «крокодил» отсутствует. Выполните калибровку КЗ для исключения последовательного импеданса на выводах. Если измеренный импеданс $<1 \text{ к}\Omega$ , использование подключения с зажимами «крокодил» может снизить влияние контактного сопротивления на тестируемом компоненте.
Подключение металлического корпуса компонента	Наличие большого металлического участка может вызвать увеличение электрического шума при измерении. Для снижения шумового эффекта (термоЭДС) выполнить следующее: Если металл подключен к одному из зажимов, следует выполнить подключение к зажиму <b>Н</b> . Если металлический компонент <b>НЕ подключен</b> ни к одному из зажимов, подключите к нему точку заземления (GND/ Guard).
Небольшой Конденсатор (ёмкость)	При выполнении измерений конденсаторов малой емкости поверхностного монтажа, выполните калибровку ХХ на частоте измерений (точечная подстройка) для исключения остаточной емкости. Убедитесь, что положение проводов изм. кабеля зафиксировано во время выполнения компенсации.
Небольшая индуктивность	При выполнении измерений малых индуктивностей поверхностного монтажа, выполните калибровку КЗ на частоте измерений (точечная подстройка). Прибор LCR-1000 выполняет измерение разности индуктивности значения КЗ компенсации и тестируемого компонента. Необходимо использовать 4-х пр приспособление и следить за тем, чтобы изм. провода были зафиксированы во время калибровки.
Индуктивность монтажа	Индуктивность монтажа следует вычесть из результата измерения. <ul style="list-style-type: none"><li>• Провод длиной 5 см, диаметром 1 мм имеет индуктивность 50 нГ.</li><li>• Провод длиной 5 см, диаметром 2 мм имеет индуктивность 40 нГ.</li></ul>
Частотная характеристика при измерении L	При измерении индуктивности на частоте гораздо ниже расчетной частоты (например, тестирование ВЧ дросселя на звуковой частоте) индуктивность ведет себя как индуктивный резистор. В данных условиях, точность измерения увеличивается в $(1 + 1/Q)$ раз, где Q - это добротность.
Катушки без сердечника	Катушки без сердечника подвержены шумам, поэтому они должны находиться далеко от оборудования, которое может содержать силовые трансформаторы или схемы развертки. Также держите катушки вдали от металлических предметов, влияющих на характеристики индуктора.
Катушки со стальным и ферритовым сердечником	Действующие значения катушек со стальным и ферритовым сердечником могут сильно отличаться в зависимости от уровня намагничивания и тестового сигнала. Выполняйте измерения данных катушек с напряжением и частотой сигнала, которые предполагается использовать. При повреждении материала сердечников вследствие избыточного намагничивания (например: головки ленты и микрофонные трансформаторы), проверьте возможность приема тестового сигнала перед выполнением подключения.

## 9.2 Меню Система /SYSTEM

1. Функция удержания данных.
2. Настройки параметров измерения, сохраняемые автоматически.
3. Настройки сенсорного экрана.
4. Настройки режима энергосбережения (Автовыключение/ **APO**; регулировка времени гашения экрана / **DIM DISPLAY**; регулировка яркости экрана/ **BRIGHTNESS**).

## 9.3 Интерфейс

Прибор поддерживает интерфейс связи USB, который может быть настроен как HID и виртуальный последовательный порт (VCOM).

Дистанционное управление USB-HID поддерживает высокоскоростной режим USB 48 МГц, ASCII передача данных.

Дистанционное управление USB-VCOM связь через виртуальный последовательный порт, скорость передачи данных адаптивная, максимальная скорость передачи данных 115200 бод, ASCII передача данных.

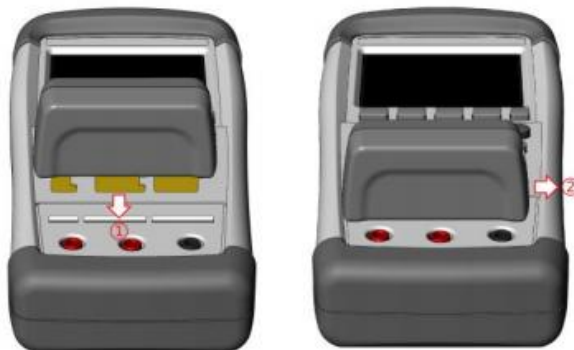
## 9.4 Функция компаратора

Прибор может выполнять сортировку/ Sorting (номинал допуска в процентах %) по группе основных параметров, при этом вторичные параметры не участвуют в сортировке.

## 9.5 Подключение тестового терминала

Прибор имеет два типа тестовых портов: 5-и контактный и 3-х контактный. Если вы хотите соответствовать требованиям к точности прибора, необходимо использовать 5 пр. тестовый терминал, поскольку более низкая точность 3 пр. теста не гарантирует соответствие требованиям.

1. Вставьте колодку изм. кабеля вертикально в 5-и контактный разъем (на рис. по стрелке 1).
2. Сдвиньте колодку вправо и зафиксируйте в гнездах по центру (на рис. по стрелке 2), чтобы избежать плохого соединения во время теста (выскакивания контактов из гнезд).
3. Для отключения изм. кабеля сначала сдвиньте колодку в противоположную сторону, а затем потяните ее вверх.



**Рис.** Подключение колодки изм. кабеля к гнездам прибора

## 9.6 Батарея и питание прибора

Выключить питание прибора перед зарядкой через USB и не использовать его во время зарядки. USB-зарядка позволяет только заряжать батарею, но не обеспечивает питание для работы прибора. Для зарядки прибора используйте USB-зарядное устройство, соответствующее стандартам, чтобы избежать травм или повреждения прибора из-за неисправных зарядных устройств.

При использовании USB-зарядного устройства для зарядки батареи прибора, если в сети переменного тока присутствуют помехи, это может повлиять на нормальную работу прибора.

При подключении прибора к компьютеру через Type-C, прибор будет использовать только питание от батареи для поддержания точности измерений.




1. Ток холостого хода батареи (8,2 В): 166 мА (1,4 Вт)

2. Входное питание от источника: коннектор Type-C

При вкл./выкл.: 5 В / 2 А 10 Вт (только зарядка)

Время непрерывной работы батареи: при 50% яркости - 9 часов, при 100% яркости - 7 часов

Время зарядки: от полной разрядки до полной зарядки около 2,5 часов

Подсветка клавиша питания Power (цветовая индикация)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Зеленый (горит пост.): Питание включено, нормальное рабочее состояние, достаточный заряд батареи.</li><li>2. Зеленый (мигает): Питание включено, низкий заряд батареи.</li><li>3. Оранжевый: Питание включено, уровень заряда батареи на ЖК-дисплее + подсветка, зарядка .</li><li>4. Красный: Питание выключено, зарядка.</li><li>5. Подсветка выключена: Питание выключено, зарядка завершена.</li></ol>
ЖК-дисплей зарядки/индикации состояния батареи (в правом верхнем углу)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Уровень батареи (белый): Достаточный заряд.</li><li>2. Уровень батареи (оранжевый): Низкий заряд.</li><li>3. Уровень батареи (красный): Очень низкий, почти разряжен.</li><li>4. Уровень батареи + индикатор (оранжевый): идет зарядка.</li><li>5. Уровень батареи + экран: режим ДУ/remote, нет зарядки .</li></ol>
Перезаряжаемая батарея	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Тип : LCR-305</li><li>▪ Название: Rechargeable Li-ion Battery</li><li>▪ Уном: 7.4В</li><li>▪ Ёмкость (запас энергии): 1500 мАч/ 11.1 Вт</li></ul> 

### Примечание

Избегайте неправильного подключения, так как это может привести к неверным показаниям. Для обеспечения точности прибора используйте для тестирования дополнительный тестовый кабель LCR-1000.

### Предупреждение

Перед подключением тестовых проводов убедитесь, что они не подключены к каким-либо компонентам, чтобы избежать травм или повреждения прибора.

## 10 РЕЖИМ «ИЗМЕРЕНИЕ»/ «MEASURE»

В этой главе РЭ описываются функции клавиш передней панели (**Измерение**), символы экранной информации прибора, а также рассмотрены основные операции настройки в данном режиме.

При нажатии клавиши управления [MEAS DISPLAY] в любой момент доступно перейти на страницу отображения измерений. Используйте клавиши направления (курсоры навигации) для перемещения курсора к требуемому пункту настроек в меню. Используйте нажатие соответствующей функциональной клавиши для настройки.

При активации клавиши [Measure] на экране появится страница [MEAS DISPLAY] отображающая контекстную информацию, статус измерителя и численные значения (выбранные параметры указаны на рис. ниже синей окантовкой). В нижней части дисплея (горизонтально) открываются закладки меню настроек, определяемые, функциональными и системными клавишами прибора.

В данном меню прибора доступно задать нижеследующие элементы и параметры измерения:

- ✓ **FUNC** – Функция измерений
- ✓ **RANGE** – Диапазон измерения импеданса
- ✓ **FREQ** – Частоты тест-сигнала
- ✓ **LEVEL** – уровень тест-сигнала
- ✓ **EQU** - эквивалентная схема замещения компонента (ИУ)
- ✓ **SPEED** – скорость измерений

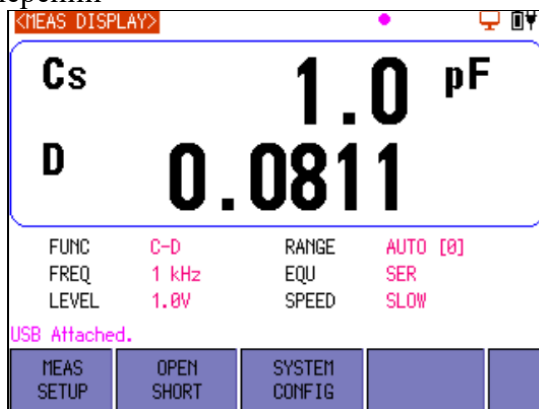


Рис. Экран прибора в меню «Измерения»/ MEAS DISPLAY

### 10.1 Меню FUNC: измеряемые параметры

Измеритель LCR-1000 может одновременно измерять и отображать на экране два компонента при измерении в одном цикле тестирования (индикация 2-х параметров). К этим значениям относятся: **основной** параметр, связанный с ним **дополнительный** параметр.

#### 10.1.1 Конфигурация параметров для измерений

Базовый формат измерения включает **15 видов** комбинаций двух параметров – основного и дополнительного. Ниже представлен перечень измеряемых параметров:

*C-D, C-Q, C-R, L-D, L-Q, L-R, L-Rdc, R-Q, R-X, R-Rdc, Rdc, Z-D, Z-Q, Z-θr, Z-θd*

#### 10.1.2 Перечень параметров

Инд.	Описание измеренного параметра (компонента)
Cs	Последовательная емкость (знач. C - методом Послед. Экв. Схемы замещения)
Cp	Параллельная емкость (знач. C - методом Парал. Экв. Схемы замещения)
Ls	Последовательная индуктивность (знач. L - методом послед. Экв. Схемы замещения)
Lp	Параллельная индуктивность (знач. L - методом парал. Экв. Схемы замещения)
Rs	Последовательное сопротивление (знач. R - методом последовательной схемы замещения)
Rp	Параллельное сопротивление (знач. R - методом парал. Схемы замещения)
Z	Полное сопротивление (векторная сумма актив., емкост. и индукт. сопротивлений)
X	Полное реактивное сопротивление ( $X = X_L - X_C$ )
R	Сопротивление на переменном токе (=Rs)
R <sub>dc</sub>	Сопротивление постоянному току (DC Resistance)
D	Тангенс угла потерь (tanδ)
Q	Добротность (=1/D)
θr	Фазовый сдвиг (угол) в радианах
θd	Фазовый сдвиг (угол) в градусах
Δ	Абсолютное отклонение (Δ% ? Относительное отклонение)

Примеч.:  $X_L = 2\pi fL$ ,  $X_C = 1 / 2\pi fC$

### 10.2 FREQ : Частота тест-сигнала

Каждая модель имеет свой индивидуальный диапазон частот испытательного сигнала:

**LCR-1100:** 50 Гц, 100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 10 кГц, 50 кГц, 100 кГц.

**LCR-1010:** 50 Гц, 100 Гц, 120 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 10 кГц.

Погрешность установки: ±0,02 % (при 4-х разрядной индикации частоты).

### 10.3 LEVEL: уровень тест-сигнала

Измерительный уровень сигнала (перем ток/ АС).

3 уровня (фиксиров.): 0.3Вскз, 0.7Вскз, 1.0Вскз

Погрешность установки уровня:  $\pm 10\%$

### 10.4 EQU : Методы эквивалентной схемы

Предусмотрен выбор схемы замещения ИУ: последовательная (SER) и параллельная (PAL).

При активации выбора соответствующего эквивалентного режима для R, L и C и обеспечивается измерение параметров -  $R_s/R_p$ ,  $L_s/L_p$  и  $C_s/C_p$ .

### 10.5 RANGE: диапазон измерений

В предусмотрено меню 8 диапазонов для сопротивления:

**10 Ом, 100 Ом, 300 Ом, 1 кОм, 3 кОм, 10 кОм, 30 кОм, 100 кОм.**

**AUTO** Автоматический выбор предела. Прибор выберет требуемый диапазон в зависимости от значения входного импеданса  $|Z|$  тестируемого устройства.

**HOLD** Фиксация текущего диапазона (самая высокая скорость тестирования).

**INCR +** Фиксация текущего диапазона и пошаговое увеличение предела (№ диапазона).

**DECL -** Фиксация текущего диапазона и пошаговое уменьшение предела (№ диапазона).

Режим	Обзор функции	Преимущество	Недостаток
<b>Авто</b> (Auto Range)	LCR-1000 автоматически устанавливает оптимальный диапазон измерений (предел) с учетом для импеданса тестируемого объекта.	Отсутствует необходимость выполнять ручные операции выбора диапазона (предела).	Длительность измерений увеличивается из-за временной задержки при переборе диапазонов до наиболее подходящего значения (последовательная смена пределов от верх. к нижн.)
<b>Фиксиров.</b> (Hold Range)	Измерение производится на фиксированном диапазоне импеданса (пределе).	Не требуется доп. время на переключение диапазонов.	Оператор должен заранее знать и выбрать надлежащий диапазон в зависим. от импеданса компонента.

Диапазон импеданса выбирается согласно ожидаемого значения вх. сопротивления тестируемого устройства (DUT), даже если выполняется измерение параметра «емкость» (C) или «индуктивность» (L).

№ предела	Значение ( $\Omega$ )	Диапазон измерения значений импеданса
7	10	0 – 10,5 $\Omega$
6	100	10,2 $\Omega$ -320 $\Omega$
5	300	300 $\Omega$ -990 $\Omega$
4	1 k	950 $\Omega$ -3.2 k $\Omega$
3	3 k	3 k $\Omega$ -9,9 k $\Omega$
2	10 k	9,5 k $\Omega$ -32 k $\Omega$
1	30 k	3 k $\Omega$ -99 k $\Omega$
0	100 k	95 k $\Omega$ - $\infty$

### 10.6 Скорость измерений - SPEED

В меню LCR-1000 серии доступно для выбора одно из 2-х значений скорости измерений: МЕДЛ./ **Slow** и БЫСТРО/ **Fast**. Режим измерения с медленной скоростью (SLOW) позволяет добиться наиболее стабильной индикации и точных результатов измерений.

Медленно: 2,3 изм./с (1 кГц, АВТО).

Быстро: 8 изм./с (1 кГц, АВТО).

## 11 Режим настройки (SETUP)

В любой момент нажав на панели клавишу **SETUP** доступно перейти на страницу [НАСТРОЙКА]. Используйте клавиши направления (курсоры навигации) для перемещения курсора к требуемому пункту настроек в меню, дополнительные параметры будут отображены в нижней части ЖК-дисплея. Используйте нажатие соответствующей функциональной клавиши для установки параметра.

Первые шесть пунктов верхней части таблицы совпадают с параметрами рассмотренными на странице [ДИСПЛЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ], см. подробности в РЭ при описании на стр. [MEAS DISPLAY].

[SETUP]			
FUNC	C-D	RANGE	AUTO [0]
FREQ	1 kHz	EQU	SER
LEVEL	1.0V	SPEED	SLOW
AUTO LCZ	OFF		
COMP	OFF	BEEP	OFF
NOMINAL	0.0000 pF	TOL(±)	0.0 %

MEAS DISPLAY	SYSTEM CONFIG			
--------------	---------------	--	--	--

### 11.1 Функция AUTO LCZ

Функция AUTO-LCZ позволяет автоматически выбрать оптимальные параметры и метод эквивалентной схемы. Если выбор диапазона установлен на «AUTO», то прибор будет находиться в полностью автоматическом режиме тестирования.

После включения AUTO-LCZ в пункте FUNC отобразится [AUTO-LCZ], а в пункте EQU — [AUTO].

**Примечание:** После включения автоматической настройки параметров пользователь сбрасывает [FUNC] или [EQU], и функция автоматической настройки параметров отключается.

### 11.2 Функция сравнения/ COMP

Встроенная функция простого компаратора позволяет в приборе сравнивать основные параметры и отображать относительное отклонение в процентах на странице отображения результатов измерений. Формула работы компаратора:

$$Tol = \frac{Rx - Nom}{Nom} \cdot 100\%$$

Где: **Rx**: текущее измеренное значение, **Nom**: введенное номинальное значение (опорное Ref)

### 11.3 Звуковой сигнал/ БИП

Два типа звуковых сигналов: Годен/ Негоден (**Pass/ Fail**), которые используются для оповещения о результатах теста компонентов. При питании от внешнего USB источника напряжения звуковой сигнал будет звучать непрерывно, пока не изменится состояние (результат измерений). При питании от внутр. батареи звуковой сигнал будет коротким, пока не изменится состояние. Для включения функции звукового сигнала, следует выбрать настройку [Pass]/ Годен.

### 11.4 Выбор номинала: NOMINAL

Если функция COMP включена, то необходимо предварительно для выбора номинального значения ввести значение % допуска для использования в формуле расчета. Предусмотрено 2 способа настройки номинала.

#### ВВОД-> с КЛАВИАТУРЫ

Ввод численного значения с помощью клавиатуры сенсорного экрана (Ref).

#### ВВОД-> ИЗМЕРЕНИЯ

Использовать текущий измеряемый компонент (эталон) для ввода значения номинала.

#### **Ввод при помощи клавиатуры**

После нажатия [KEYPAD INPUT] на ЖКИ отобразится поле ввода на клавиатуре.

Слегка коснитесь пальцем цифровых клавиш на сенсорном экране для ввода номинального значения, или используйте клавиши курсоры (стрелки), чтобы выбрать требуемый разряд, а затем нажмите клавишу, чтобы ввести номинальное значение. Далее нажмите клавишу единицы измерения, чтобы завершить ввод.

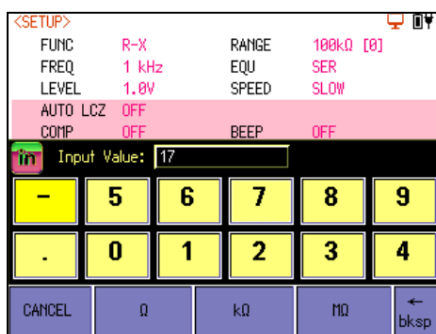



Рис. Пример способа ввода -> КЛАВИАТУРА

**Примечание:** Если сенсорный экран отключен в меню СИСТЕМА/ SYSTEM, при активации поля ввода сенсорный экран автоматически активируется для ввода с помощью касаний сенсорного экрана.

### Ввод при помощи измерения компонента

После нажатия клавиши [KEYPAD INPUT] на ЖК-дисплее появится сообщение: «  **Plug a Standard Component...** /Подключите эталонный компонент...». После установки компонента в цепь измерений нажмите клавишу [OK], чтобы начать тестирование параметра, при этом измеренное значение отобразится в поле номинального значения.

### 11.5 Значение допуска: TOL(±)

Если в меню настройки включена функция COMP, то предварительно необходимо задать процентный порог для формулы вычислений результата теста - «Годен»/Pass или «Негоден»/Fail.

Используйте сенсорную клавиатуру для выбора относительного отклонения (процентного значения), с целью ввода одного из 4-х наиболее типовых допусков: ±1%, ±5%, ±10% и ±20%.

## 12 ОПЕРАЦИИ КАЛИБРОВКИ «[OPEN/ SHORT]» XX/ КЗ

При нажатии клавиши [Measure] и последующем выборе функции [OPEN/ SHORT], открывается меню страницы калибровки (zeroing/ установка нуля). Это необходимо для уменьшения влияния на результат измерения собственной емкости и остаточного сопротивления соединительных проводов при проведении тестирования (коррекция паразитного импеданса).

В этом меню выполняются операции программной компенсации в режимах коротко замыкания (КЗ/ SHORT) и холостого хода (XX/ OPEN). Таким образом, обе калибровки (OPEN - SHORT) измеритель выполнит на определенной фиксированной частоте.

При включении прибора для обеспечения нормированной погрешности до начала измерений после его прогрева, выполните калибровку XX/ КЗ. При замене тестового приспособления или кабеля, также повторно выполните калибровку XX/ КЗ. Также следует выполнить компенсацию КЗ/ XX при значительном изменении окружающей температуры.

На странице [MEAS DISPLAY] нажмите клавишу [OPEN- SHORT], чтобы перейти на страницу [OPEN -SHORT]. На этой странице доступны два варианта:

- Калибровка XX [OPEN]
- калибровка КЗ [SHORT]

В меню каждый из элементов на странице настройки можно выбрать установкой курсора (перемещением его в соответствующее поле):

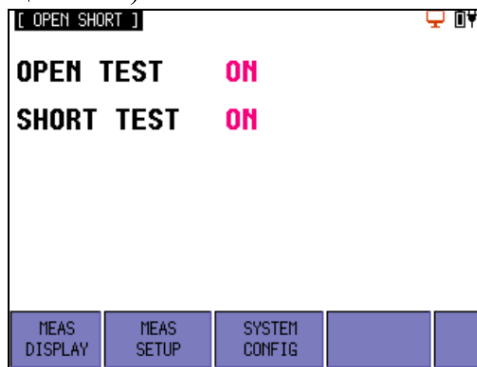


Рис. Окно меню калибровки XX/ КЗ [OPEN/ SHORT]

### 12.1.1 Калибровка XX [OPEN]

Компенсация измерителя LCR-1000 в режиме холостого хода (XX/ OPEN) это вид калибровки с целью уменьшения искажающего влияния на результат измерения остаточного сопротивления (G, B) соед. проводов подключенных параллельно объекту тестирования (см. рис. ниже).

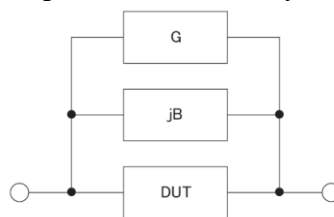


Рис. Эквалентная схема паразитного адмитанса и проводимости G, jB

Калибровка измерителя в режиме OPEN/(XX) выполняется на всех точках частоты, независимо от заданной частоты испытательного сигнала. Обратитесь к *прилож. №1* с таблицами данных о фиксированных частотах для каждой модели.

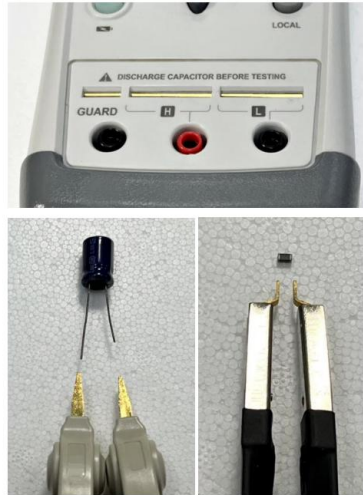
Для калибровки в режиме (OPEN/ XX) необходимо выполнить следующее:

1. Нажмите [Measure].
2. Нажмите в меню [OPEN SHORT]
3. Используя кнопки-курсоры выберите контекстное поле [OPEN] (открытая калибровка)

Клавиша меню	Функция (при нажатии)
ON	Разрешает режим калибровки XX/ Вкл.
OFF	Отменяет режим калибровки XX/ Выкл.
MEAS OPEN	Активирует калибровку XX в режиме «LCR-измерения» (перем. AC).
DCR OPEN	Активирует калибровку XX в режиме «DCR»/ на пост. токе (DC)

4. Нажмите [**MEAS OPEN**] или [**DCR OPEN**]. Далее будет отображено диалоговое окно с сообщением «*Open-circuit the test terminals*» (калибровка в режиме XX). К гнездам прибора не подключать изм. провод или объект тестирования ! (компоненты и р/ детали – см.рис. ниже).

5. Нажмите клавишу [**ОК**]. При этом LCR-1000 перейдет в функцию измерения в цепи присутствующего значения адмитанса (емкости и проводимости) в фиксированной частотной точке. Когда процедура калибровки будет успешно завершена – на дисплее появится сообщение **LCR/DCR correction finished**. Если отображается **LCR/DCR correction fail** « Калибровка не выполнена, то необходимо проверить все настройки и схему калибровки для обнаружения ошибки. Во время измерения доступно отметить дальнейшую калибровку XX/ OPEN с помощью нажатия [**CANCEL**]/Отмена.



Схема/ внешний вид прибора и тестовых проводов при XX калибровке

Если измерительный полюс **H/L** (контакт) тестового приспособления имеет регулировку, то следует отрегулировать расстояние между измерительными наконечниками в соответствии с расстоянием, необходимым для измерения.

### 12.1.2 Калибровка КЗ [**SHORT**]

**Калибровка** измерителя LCR-1000 в режиме короткого замыкания (КЗ/ **SHORT**) это вид параметрической компенсации с целью уменьшения искажающего влияния на результат измерения остаточного импеданса **R**, **jX** соединительных проводов и тестовых площадок, подключенных последовательно к объекту тестирования/DUT. См. рис. ниже:

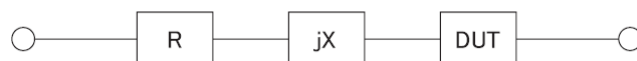


Рис. Остаточный импеданс в измерительной цепи

Для калибровки в режиме **SHORT** /КЗ необходимо выполнить следующее:

1. Нажмите [**Measure**].
2. Нажмите в меню [**OPEN SHORT**]
3. Используя кнопки-курсоры выберите контекстное поле [**SHORT**] (закрытая калибровка)

Клавиша меню	Функция (при нажатии)
<b>ON</b>	Разрешает режим калибровки КЗ/ <b>Вкл.</b>
<b>OFF</b>	Отменяет режим калибровки КЗ/ <b>Выкл.</b>
<b>MEAS SHORT</b>	Активирует калибровки КЗ в реж. «LCR- измерения» (перем. ток/ <b>AC</b> ).
<b>DCR SHORT</b>	Активирует калибровки КЗ в реж. «DCR»/ на пост. токе ( <b>DC</b> )

4. Нажмите [**MEAS SHORT**] или [**DCR SHORT**]. Далее будет отображено диалоговое окно с сообщением «Short-circuit the test terminals» (Замкните гнезда КЗ перемычкой). Не подключайте к ним никаких объектов тестирования ! (компоненты и р/ детали).

5. Нажмите софт клавишу [**ОК**]. При этом LCR-1000 перейдет в функцию измерения в цепи присутствующих значений импеданса (индуктивности и сопротивления) во всех фиксированных частотных точках.

Когда процедура калибровки будет успешно завершена на дисплее появится сообщение **LCR/DCR correction finished**. Если отображается **LCR/DCR correction fail** « Калибровка не выполнена, тог необходимо проверить все настройки и схему для обнаружения ошибки. Во время измерения доступно отметить калибровку КЗ/ **SHORT** с помощью нажатия [CANCEL]/Отмена



Схема/ внешний вид прибора и тестовых проводов при КЗ калибровке

## 13 КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ- SYSTEM CONFIG

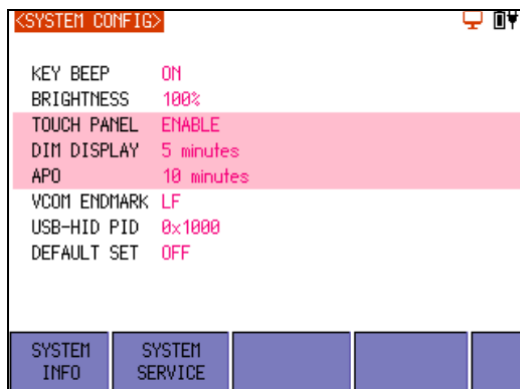
Для перехода на страницу системных настроек [SYSTEM CONFIG], - нажать **SYST**.

Используйте клавиши направления для перемещения курсора к нужному пункту настройки. При этом дополнительные параметры измерений отобразятся в нижней части ЖК-дисплея. Нажмите соответствующую функциональную клавишу для настройки. Все настройки конфигурации системы автоматически сохраняются при выключении питания.

На этой странице доступны два раздела (см. **рис. ниже**):

**SYSTEM INFO** - Отображает ИНФОРМАЦИЮ О СИСТЕМЕ: модель, серийный номер и версию прошивки/оборудования прибора. На этой странице нет пользовательских настроек.

**SYSTEM SERVICE** - Инженерный сервисный режим системы, в котором пользователю **запрещено работать**.



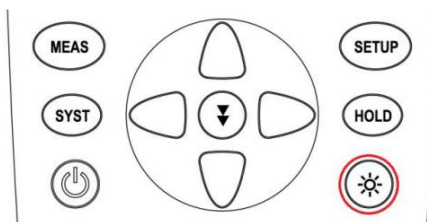
### 13.1 Звуковой сигнал клавиш/БЕЕП

Звуки включения/выключения клавиш и сенсорного экрана.

### 13.2 Регулировка ЯРКОСТИ

Прибор имеет два уровня регулировки яркости ЖК-экрана: 50%, 100%.

При питании от внешнего источника питания яркость экрана автоматически устанавливается на 100%. При питании от внутр. батареи для увеличения её ресурса (длительности работы) доступно использовать яркость 50%, чтобы снизить общее энергопотребление прибора. Регулировка осуществляется непосредственно клавишей [☀] на панели клавиатуры прибора.



### 13.3 Сенсорный экран- TOUCH PANEL

Выполнять настройки и измерения можно с помощью клавиш управления, навигации и функциональных клавиш. Однако для ввода численных значений требуется клавиатура сенсорного экрана.

Если поле ввода открыто, сенсорный экран автоматически откроется для использования, если оно закрыто.

Доступные параметры:

- **ENABLE**/ ВКЛ. -активация функции сенсорного экрана
- **DISABLE** /ВЫКЛ. - Выключить функцию сенсорного экрана
- **CALIBRATE** /КАЛИБРОВКА – запуск процедуры калибровки по координатам сенсорного экрана
- **RESET**/ Сброс - Сброс данных координатной калибровки сенсорного экрана до заводских значений прибора.

### Шаги операции калибровки сенсорного экрана:

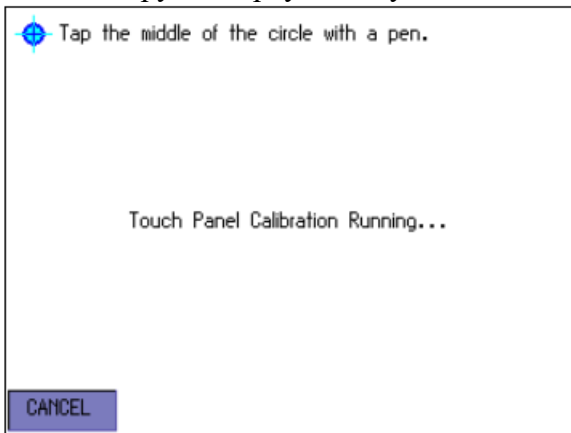
1. Для калибровки сенсорного экрана требуется сенсорный стилус, который можно откалибровать с помощью сенсорного стилуса мобильного телефона/планшета.

Не рекомендуется использовать пальцы для калибровки сенсорного экрана, поскольку точка контакта пальца большая и неточная.

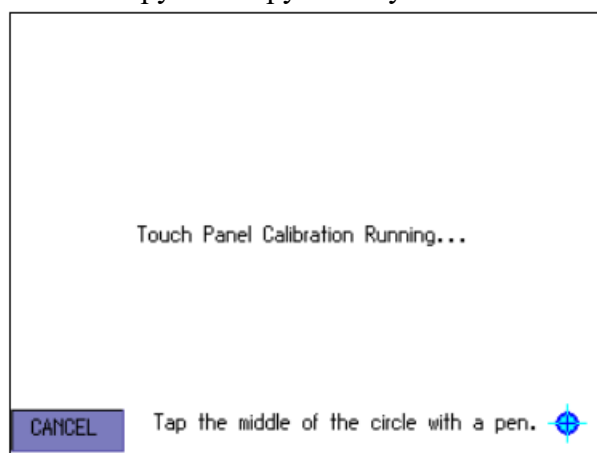
Нажмите функциональную клавишу «CALIBRATE», чтобы перейти на страницу калибровки. При отображении на экране сообщения (см. **рис. ниже**) коснитесь тонким стилусом сенсорного экрана, при этом начнется калибровка.



2. Откалибруйте первую точку: коснитесь на ЖК-дисплее крестика в верхнем левом углу.



3. Откалибруйте вторую точку: коснитесь на ЖК-дисплее крестика в нижнем правом углу.



4. Калибровка завершена. При этом на ЖК-дисплее отображается соотв. сообщение (см. рис. ниже), далее коснитесь экрана, чтобы выйти из процесса калибровки.



### 13.4 Интервал активности дисплея

**DIM DISPLAY** - меню настройка времени уменьшения яркости подсветки (гашения ЖК-экрана). При работе прибора от внутр. батареи можно установить режим, при котором если в течение заданного периода времени не выполняются никакие действия с кнопками и на сенсорном экране, то подсветка экрана активно уменьшается для экономии заряда батареи.

Варианты настройки времени снижения яркости: **5 / 10 / 20 / 30 минут**.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Эта функция доступна только при работе от батарей.

### 13.5 Время автовыключения питания/ АРО

Меню настройки времени автоматического выключения. При питании от батареи можно установить время для автоматического выключения без каких-либо действий оператора («сон» прибора).

Варианты выбора времени отключения: **5 / 10 / 20 / 30 минут**.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Эта функция доступна только при питании от батареи.

### 13.6 Порт VCOM ENDMARK

Порт виртуального последовательного порта USB. Серия LCR-1000 имеет встроенный виртуальный последовательный порт USB-VCOM для связи с хост-компьютером.

USB-VCOM поддерживает следующие параметры конфигурации:

- Биты данных: 8 бит
- Стоповый бит: адаптивный, 1 или 2 бита
- Четность: отсутствует
- Скорость передачи данных: адаптивная, до 115200 бит/с.

Протокол связи LCR-1000 использует простой протокол SCPI, который поддерживает только односторонние инструкции и не поддерживает каскадное выполнение инструкций.

1. В конце команды, отправленной хост-компьютером, необходимо добавить конечный символ, и прибор ответит.

2. Конечный символ, отправляемый главным компьютером, должен быть одним из следующих: NUL (0x00), LF (0x0A), CR (0x0D), CR+LF (0x0D0A),

который может отличаться от значения параметра VCOM ENDMARK.

3. Параметр VCOM ENDMARK будет добавлен в конец данных, возвращаемых прибором.

Параметры для настройки:

NUL	HEX 0x00
LF	HEX 0x0A
CR	HEX 0x0D
CR+LF	HEX 0x0D0A

### 13.7 Порт USB-HID PID

Настройка идентификатора прибора. Серия LCR-1000 имеет встроенный стандартный интерфейс связи USB-HID для высокоскоростной связи с главным компьютером.

Установив PID USB-HID, главный компьютер может установить связь с 8 приборами LCR-1000. Перед началом связи с несколькими приборами обязательно установите PID для каждого прибора на свой собственный.

Параметры для настройки:

- 0084 HEX 0x0084
- 1000 HEX 0x1000
- 1001 HEX 0x1001
- 1002 HEX 0x1002
- 1003 HEX 0x1003
- 1004 HEX 0x1004
- 1005 HEX 0x1005
- 1006 HEX 0x1006

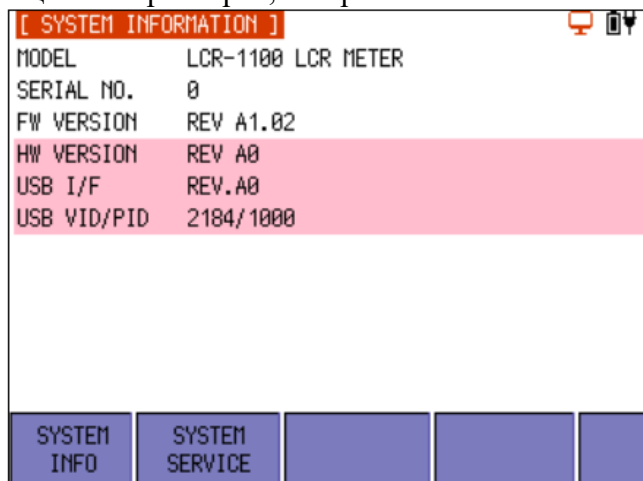
### 13.8 Настройки по умолчанию/ Def

Сброс настроек до заводских значений/ **DEFAULT SET**. Заводские настройки следующие (см. d таблиц ниже).

SETUP	SYSTEM
FUNC: C-D	KEY BEEP: ON
FREQ: 1kHz	TOUCH PANEL: DISABLE
LEVEL: 1.0V	DIM DISPLAY: 5 minutes
RANGE: AUTO	APO: 10 minutes
EQU: SER	VCOM ENDMARK: LF
SPEED: SLOW	USB-HID PID: 0084
AUTO LCZ: OFF	
COMP: OFF	
BEEP: OFF	
NOMINAL: 0.0000pF	
TOL(±): 0.0%	

### 13.9 ИНФОРМАЦИЯ О СИСТЕМЕ

Отображает модель, серийный номер, версию прошивки/оборудования/USB и USB VID/PID прибора. На этой странице нет параметров, настраиваемых пользователем.



### 13.10 Базовые процедуры измерений / MEASUREMENT

На ниже на блок-схеме показаны основные процедуры используемые для измерения импеданса конденсаторов, дросселей, резисторов и других компонентов с выводами. Выполните все необходимые процедуры для правильного измерения импеданса, обращаясь в т.ч. к примечаниям, которые находятся справа от нумерации каждого шага.

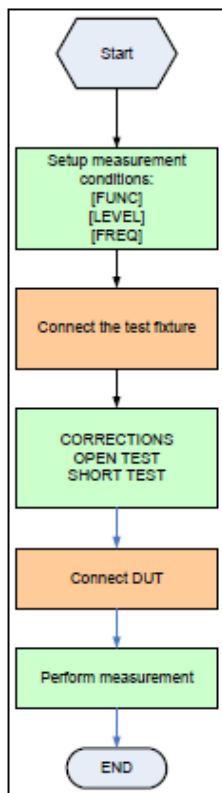


Рис. Блок-диаграмма базовых процедур и операций измерений

### 13.11 Пошаговые примеры измерений

Данный раздел описывает практический пример измерения емкости керамического конденсатора. Перечень и последовательность базовых операций при выполнении этого измерения является такими же, как и в типовой процедуре измерения, описанной ранее.

Перед тестированием определите следующие условия измерения в соответствии со спецификациями конденсатора.

- Измеряемый компонент (ИУ): пленочный конденсатор
- Тестовое приспособление: Если конденсатор можно напрямую вставить в испытательный вывод прибора, нет необходимости подключать другое приспособление. Если это невозможно, выберите изм. кабель (аксессуар), подходящий для данного типа конденсатора (зажим Кельвина или SMD-щуп).

Параметры настройки условий текста:

- Основной параметр: Емкость (**C**)
- Вторичный параметр: Потери (**D**)
- Частота тест-сигнала (Frequency): **1 kHz** (1 кГц)
- Уровень тест-сигнала (Level): **1V** (1 В)

Оператору необходимо включить прибор, при этом прибор перейдет на страницу <MEAS DISPLAY>:

**Шаг 1.** Включить питание LCR-1000 (нажать кнопку ON/ Вкл).

**Шаг 2.** Настройте условия измерений, заполнив с помощью курсоров поля в меню на стр. **MEAS DISPLAY**.

- ✓ выберите **FUNC** и установите **C**.
- ✓ выберите **FREQ** и введите значение 1 kHz.
- ✓ выберите **LEVEL** и введите значение 1 V, а также параметры как указано ниже:

[FUNC]: C-D	[RANGE]: AUTO
[FREQ]: 1kHz	[EQU]: SER
[LEVEL]: 1.0V	[SPEED]: SLOW

**Шаг 3.** Подключите измерительный провод к гнездам LCR-1000.

**Шаг 4.** Чтобы компенсировать начальное значение параметра испытательных щупов и кабеля, требуется выполнить процедуру пользовательской коррекции. Не подключайте в этот момент никаких объектов (компонентов) к прибору, как указано на рис. ниже.

**Шаг 5.** Нажмите клавишу [**Measure**] и далее софт клавишами [**OPEN - SHORT**] активировать меню выполнения калибровки XX/ КЗ, как описано в соотв. разделе РЭ .

**Шаг 6.** По окончании успешной калибровки прибора подключите компонент (объект) к зажимам измерительного кабеля (на входные гнезда), как показано на рис. ниже.



Измерения параметров выполняются непрерывно с использованием внутреннего запуска.

Измеренное значение Cs и D конденсатора отображаются на экране, как показано на рис. выше.

**Примечание:**

- Не подавать постоянное напряжение или ток на гнезда (клеммы), иначе прибор будет поврежден.
- Перед измерением конденсатора разрядите его, иначе напряжение повредит прибор.
- Не использовать прибор во влажной или пыльной среде.

## 14 ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Измеритель LCR-1000 оснащен интерфейсом USB Type-C, который обеспечивает виртуальный последовательный порт (VCOM) или USB HID-класс для подключения и управления с помощью компьютера.

Подключение к ПК для обеспечения точности измерений LCR-1000 необходимо подключить к ПК для управления измерениями.

Для обеспечения погрешности измерений прибор не будет использовать внешний источник питания, а будет питаться только от внутренней батареи.

Подключите ПК к USB-порту прибора, и в нижней части ЖК-экрана отобразится сообщение "**USB Attached. (Not Charging)**" («USB подключен (Не заряжается)»), указывающее на то, что батарея не заряжена, и ПК не будет подавать питание на прибор. В это время прибор полностью питается от внутренней батареи для обеспечения точности измерений. В правом верхнем углу ЖК-экрана отображаются

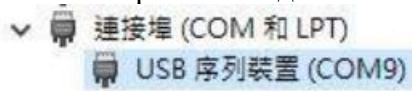
только символ подключения и символ батареи .

Перед использованием подключения к ПК для управления измерениями, полностью зарядите аккумулятор для удобства эксплуатации прибора.

### 14.1 Виртуальный последовательный порт USB-VCOM

При подключении LCR-1000 к управляющему ПК драйвер будет установлен автоматически, с формированием виртуального последовательного порта.

Номер последовательного порта необходимо посмотреть в Диспетчере устройств:



(Device Manager):

USB-VCOM использует стандартный последовательный протокол для связи.

USB-VCOM осуществляет связь, используя следующие параметры:

1. Биты данных: 8 бит
2. Стоповый бит: адаптивный, 1 или 2 бита
3. Четность: отсутствует
4. Скорость передачи данных: адаптивная, до 115200 бит/с.

При использовании USB-VCOM для связи с LCR-1000, используйте упрощенный протокол SCPI, который позволяет отправлять только одну команду за раз и не может использовать несколько команд.

Например:

Правильно (correct): SEND> FUNC C-D <terminator>

Ошибка (error): SEND> FUNC C-D;FREQ 1K<terminator>

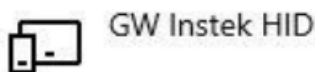
### Примечание

USB-VCOM прибора всегда включен, и нет необходимости устанавливать какие-либо дополнительные параметры.

### 14.2 Класс устройств USB-HID

LCR-1000 поддерживает класс USB-HID, который может быть автоматически распознан Windows при подключении к ПК.

Поэтому пользователю не нужно устанавливать драйвер, прибор в системе Windows может быть установлен автоматически (как показано ниже), при этом оператор имеет возможность использовать внутренние функции API Windows для управления измерителем (см. блок-диаграмма на [рис. ниже](#)).



Параметры связи с ПК:

- VIP: 2184 (HEX)
- PID: 1000~1007 (HEX)
- Пакет: 64 байта

Используемые основные функции API:

□ **CreateFile**

(devDetail->DevicePath, // Путь к устройству  
GENERIC\_READ | GENERIC\_WRITE, // Метод доступа  
FILE\_SHARE\_READ | FILE\_SHARE\_WRITE, // Режим совместного доступа  
NULL,  
OPEN\_EXISTING, // Если файл не существует, вернуть  
failure  
FILE\_FLAG\_OVERLAPPED, // Открыть в режиме перекрытия (асинхронный режим)  
NULL);

Функция **CreateFile** используется для открытия HID-устройства, где путь к устройству получается через функцию SetupDiGetInterfaceDeviceDetail.

□ **ReadFile()**

hDev, // Дескриптор устройства, возвращаемое значение функции  
CreateFile  
recvBuffer, // Буфер для приема данных  
IN\_REPORT\_LEN, // Длина считываемых данных  
&recvBytes, // Количество фактически полученных байтов данных  
&ol); // Асинхронный режим

Функция **ReadFile** используется для чтения входного отчета, отправленного HID-устройством, через прерывание IN.

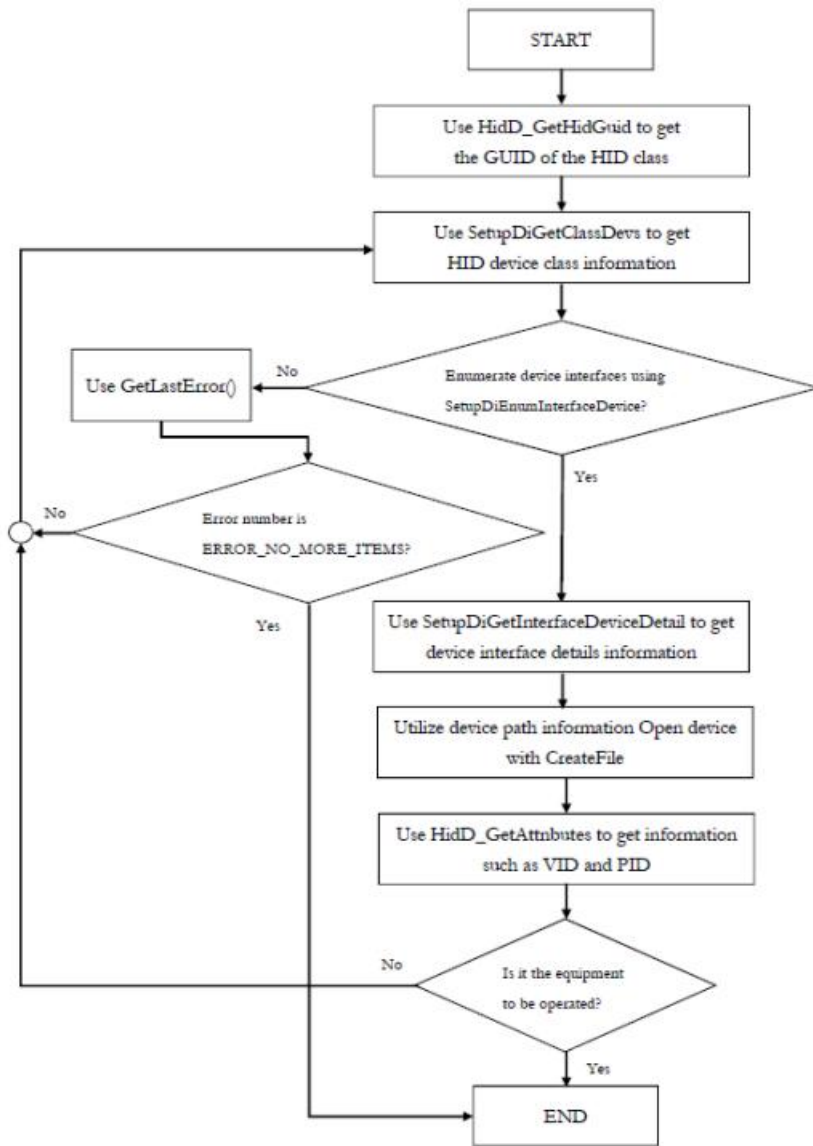
□ **WriteFile()**

hDev, // Дескриптор устройства, возвращаемое значение функции  
CreateFile  
reportBuf, // Буфер с данными для отправки  
OUT\_REPORT\_LEN, // Длина данных для отправки  
&sendBytes, // Количество фактически отправленных байтов данных,  
&ol); // Асинхронный режим

Функция **WriteFile** используется для передачи отчета на HID-устройство.

**Примечание**

- LCR-1000 поддерживает только операционные системы выше Windows 7.
- Если пользователю необходимо самостоятельно написать ПО, сначала ознакомьтесь с соответствующими знаниями о USB и USB HID, которые можно получить на сайте [www.usb.org](http://www.usb.org).



## 15 ОБЗОР КОМАНД/ COMMAND OVERVIEW

Набор инструкций LCR-1000 является общим для обоих протоколов: USB-HID и USB-VCOM. Разница заключается в том, что USB-HID необходимо упаковать и использовать, тогда как USB-VCOM можно использовать напрямую.

### 15.1 Пакет команд USB-HID

Формат пакета команд, отправляемого ПК (структура пакета, определенная на языке C, форматы на других языках должны быть аналогичными)

```
#define program pack(1)
typedef __packed struct
{
    uint    cSize;        //Packet size 4 =60
    char    sHeader[24];  //Command 24
    char    sPara[28];    //Parameter 28
    uint    nSignature;   //Signature 4 =0x88805550
    uint    nChecksum;    //Checksum 4
} TUSB_CMD;
#define program pack()

in,
cSize:          always 60
nSignature:     always 0x88805550
sCmd and sPara: see SCPI command set
nChecksum:     32-bit checksum
```

Полный пакет инструкций по отправке (со стороны ПК) выглядит следующим образом:

```
cSize: 0x0000003C,
sHeader: IDN?
sPara: (empty)
nSignature: 0x88805550
nChecksum: 0x00002BC1
```

Поскольку формат и количество цифр в отправляемом пакете команд фиксированы, командное слово и параметры должны быть заполнены шестнадцатеричным значением HEX: 0x00, если количество байтов меньше указанного числа. Например, шестнадцатеричный формат полного отправляемого пакета выглядит следующим образом.

Таблица команд для отправки пакетных данных

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
00	00	00	40	49	44	4E	3F	00	00	00	00	00	00	00	00
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
00	00	00	00	00	00	00	00	88	80	55	50	00	00	2B	C1

Размер пакета ответа прибора также составляет 64 байта, что недостаточно для заполнения значением 0x00 (Примечание: ASCII не цифра =0).

Принятый пакет (со стороны прибора) выглядит следующим образом:

Формат ASCII: *GwINSTEK,LCR-1100,0,REV A1.0*

### 15.2 Спецификаторы

При описании директивы мы используем некоторые спецификаторы, которые не являются частью директивы, а предназначены только для удобства объяснения, пожалуйста, не включайте их при передаче директивы.

Описание спецификатора (дескриптор /разделитель):

< > Угловые скобки обозначают имена параметров

[ ] Квадратные скобки указывают на то, что содержимое является необязательным

| Вертикальный указывает на множественный выбор

### 15.3 Типы данных

LCR-1000 поддерживает несколько типов данных

Список форматов данных

#### Описание формата Пример

<NR1> Целое число 100, +100, -100

<NR2> Действительное число 1.23, +1.23, -1.23

<NR3> Число с плавающей запятой

1.23E4, +1.23E4, -

1.23E4, -1.23e-4

<NR4> Значение с плавающей запятой и множителем

1.23K, 1.23N, 1.23U (см. таблицу ниже для множителя/ коэф.)

#### Таблица коэффициентов значения (величин)

Определение Суффикс

1E18 (EXA) EX

1E15 (PETA) PE

1E12 (TERA) T

1E9 (GIGA) G

1E6 (MEGA) MA

1E3 (КИЛО) K

1E-3 (МИЛЛИ) M

1E-6 (МИКРО) U

1E-9 (НАНО) N

1E-12 (ПИКО) P

1E-15 (ПЕМТО) F

1E-18 (АТТО) A

## 16 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 16.1 Установка и замена батареи

Прибор оснащен встроенной перезаряжаемой литиевой батареей 8,4 В, которая установлена в батарейном отсеке прибора на заводе. При замене батареи выполните следующие действия (см. на рис. ниже):

1. Слегка сжать оси держателей подставки прибора внутрь и снять упор-подставку.
2. С помощью отвертки открутить 3 винта на крышке батарейного отсека и снять её.
3. Отключить соединительный коннектор старой батареи, вставить колодку новой батареи, обратив внимание на направление штекера (соблюдая полярность).
4. Вложить новую батарею в отсек, установить крышку отсека и закрутить винты.
5. Установить на место кронштейн-подставку прибора.



Рис. Схема установки и замены батареи питания

**Внимание:** для обеспечения безопасности эксплуатации использовать только оригинальную литиевую батарею (LCR-305). Использование неоригинальных батарей представляет опасность для оператора или может вызвать повреждение прибора.

### 16.2 Уход за поверхностью измерителя

Для чистки прибора используйте мягкую ткань, смоченную в мыльном растворе. Не распыляйте это средство непосредственно на прибор, так как раствор может проникнуть вовнутрь и вызвать, таким образом, повреждение.

Не используйте едкие химикаты, содержащие бензин, бензол, толуол, ксилол, ацетон или аналогичные растворители. Не использовать ни в коем случае абразивные вещества.

## 17 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Изготовитель гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

Гарантийный срок указан на сайте [www.prist.ru](http://www.prist.ru) и может быть изменен по условиям взаимной договоренности.

Средний срок службы прибора составляет (не менее) - **5 лет**.

### Изготовитель

Фирма «**Good Will Instrument Co. Ltd**».

Адрес: No. 7-1, Jhongsing Road, Tucheng City, Taipei County, 23678, Taiwan, R.O.C.

### Представитель в России (и Сервисный центр):

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля» (АО «ПриСТ»)

111141, г. Москва, ул. Плеханова 15А

Тел.: (495) 777-55-91 (многоканальный)

Электронная почта [prist@prist.ru](mailto:prist@prist.ru)

URL: [www.prist.ru](http://www.prist.ru)

## 18 ПРИЛОЖЕНИЕ

### 18.1 Сводный перечень всех команд USB (Command List):

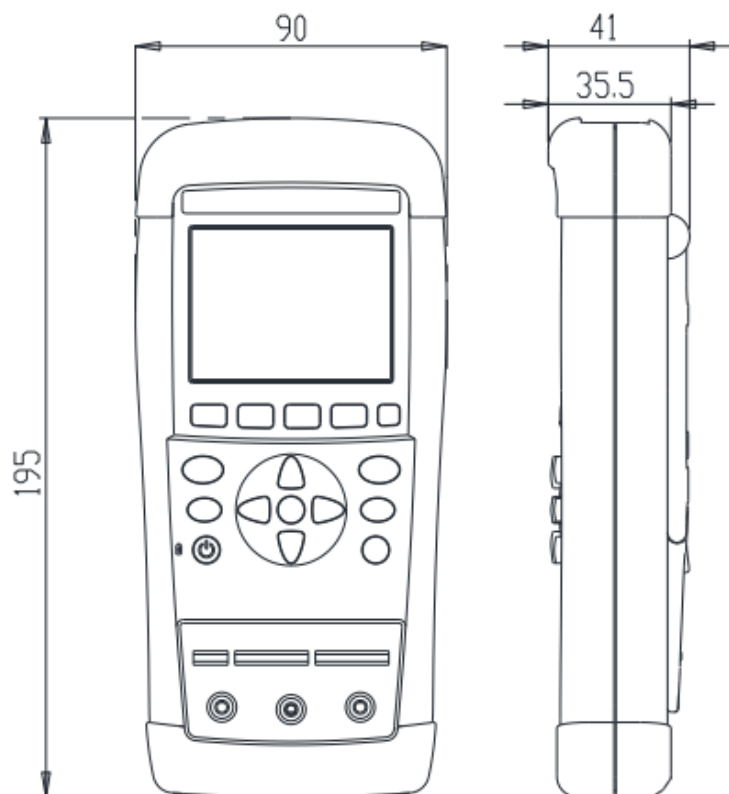
Command (sHeader)	Parameter (sPara)	Description
DISP:PAGE	MEAS SETUP SYSTem CSET SINF	Switch display page
DISP:PAGE?		Query the name of the currently displayed page
DISP:LINE	String(maximum 28 characters)	Display the string in the bottom prompt bar
FUNC	C-D C-Q C-R L-D L-Q L-R L-Rdc L-Q R-X R-dc Z-D Z-Q Z-thr Z-thd	Set the measurement function
FUNC?		Query main parameter options
FUNC:EQU	SERIAL PARALLEL AUTO	Set the equivalent mode option
FUNC:EQU?		Query equivalent mode options
FUNC:LCR:RANG	0~7	Set LCR range
FUNC:LCR:RANG?		Query the LCR range number
FUNC:DLCR:RANG	0~7	Set DCR range
FUNC:DCR:RANG?		Query the DCR range number
FUNC:RANG:AUTO	ON OFF 1 0	Set the range automatically
FUNC:RANG:AUTO?		Query the automatic state of the range
FREQ	50 100 120 1k 2k 10k 50k 100k	set the frequency value
FREQ?		query frequency value
APER	SLOW   FAST	Set test speed
APER?		Query test speed
FETC?		Query test results
COMP	ON   OFF   1   0	Turn on/off the comparator
COMP:BEEP	OFF   PASS   FAIL	Turns the beep on/off
COMP:NOM	<float number>	Enter nominal value
COMP:NOM?		Query the nominal value
COMP:TOL	<float number>	Enter a percentage value
COMP:TOL?		Query percentage value

CORR:OPEN:STAT	ON OFF 1 0	Open circuit reset switch
CORR:OPEN:STAT?		Query the open circuit reset switch
CORR:SHOR:STAT	ON OFF 1 0	short circuit reset switch
CORR:SHOR:STAT?		Query the short circuit reset switch
CORR:OPEN:LCR		Execute LCR open circuit clear
CORR:SHOR:LCR		Execute LCR short circuit clear
CORR:OPEN:DCR		Execute DCR open circuit clear
CORR:SHOR:DCR		Execute DCR short circuit clear
SYST:KEYL	ON OFF 1 0	key lock switch
IDN?		Query version number
RST		Performs a warm boot
ERR?		Query error code and information

## 18.2 Перечень команд/ Commands

Перечень команд - высылается по дополнительному запросу пользователя ([soft@prist.ru](mailto:soft@prist.ru) [info@prist.ru](mailto:info@prist.ru) )

Габаритные размеры:



Function - C-D, C-Q, C-R, L-D, L-Q, L-R, L-Rdc, R-Q, R-X, R-Rdc, Rdc, Z-D, Z-Q, Z- $\theta_r$ , Z- $\theta_d$   
Counts 50,000 counts  
Basic accuracy 0.2%  
Equivalent - Series、Parallel  
Range - Auto range、Hold range  
Speed - Slow 2.5 times/sec、Fast 10 times/sec  
Level - 0.3V, 0.7V and 1.0Vrms, Accuracy: 10%  
Frequency  
LCR-1010: 50Hz, 100Hz, 120Hz, 1kHz, 2kHz, 10kHz  
LCR-1100: 50Hz, 100Hz, 120Hz, 1kHz, 2kHz, 10kHz, 50kHz , 100kHz  
Accuracy: 0.02%  
Output Impedance(RO) - 100 $\Omega$ , Accuracy: 5%  
Correction - Open、Short  
Comparator - Main parameter(%), support sound(Pass/Fail)  
Test terminal - 5-terminal and 3-terminal  
Interface - USB(Type C) Device class(HID),Virtual serial port(VCOM)