

# ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ LCR-МЕТР С ДВУХЭКРАННЫМ ДИСПЛЕЕМ МОДЕЛИ DT-9935



Необходимо внимательно ознакомиться с инструкцией перед началом работы. В инструкции содержится важная информация по безопасной работе с прибором.

## Содержание

	<b>Стр</b>
1. Общие сведения по безопасности	3
2. Правила техники безопасности	4
3. Функциональное описание	5
3-1. Введение	5
3-2. Технические особенности	5
4. Панель управления	6
4-1. Описание передней панели	7
5. Включение питания прибора	8
5-1. Установка элементов питания	8
5-2. Индикация низкого заряда батареи	8
6. Функционирование	9
6-1. Характеристики точности	15
7. Дополнительная информация	20
7-1. Выбор тестовой частоты	20
7-2. Выбор параллельного и последовательного режимов измерений	21
7-3. Отклонения в точности измерений	22
7-4. Защищенный разъем	23

## 1. Общие сведения по безопасности

Следующие требования безопасности касаются оператора и обслуживающего персонала и должны соблюдаться при эксплуатации, обслуживании и ремонте прибора.

### **Не работать во взрывоопасной атмосфере**

Не пользоваться прибором в присутствии легковоспламеняющихся газов или паров. Работа в подобных условиях может быть опасной.

### **Не разбирать прибор**

Оператору запрещено снимать кожух прибора. Замену компонентов и настройку прибора должен выполнять только квалифицированный специалист.

### **Не менять детали и не вносить конструктивных изменений**

Не устанавливать детали, которые не одобрены производителем, и не вносить конструктивные доработки в устройство. Следует передать прибор дистрибьютору для обслуживания или ремонта.

### **Предупреждения**

Сигнальные слова **Предупреждение** и **Внимание**, например, в следующих примерах, указывают на опасность и отмечены на страницах данного материала. Соблюдать все инструкции, которые сопровождают данные слова.

**Предупреждение** обращает внимание на рабочие процедуры, методы или условия, при невыполнении которых, оператор может получить серьезную травму с летальным исходом.

**Внимание** указывает на рабочие процессы, методы и условия, при несоблюдении которых, может возникнуть поломка или выход из строя отдельного узла (прибора в целом).

## 2. Правила техники безопасности

**Необходимо соблюдать следующие правила безопасности для обеспечения безопасной работы прибора:**

- Данный прибор предназначен для эксплуатации в помещении на высоте до 2000 м.
- Необходимо ознакомиться с предупреждениями и мерами предосторожности перед эксплуатацией прибора.
- При измерении компонентов электроцепи сначала необходимо отключить цепи и разрядить компоненты перед подключением тестовых проводов.
- Разрядить конденсатор перед тестированием.
- Использовать прибор только в соответствии с требованиями, приведенным в инструкции. В противном случае, защита прибора может быть нарушена.
- С прибором поставляется шесть стандартных элементов питания 1,5В.

### **Внимание**

Не измерять характеристики конденсатора, если он полностью не разряжен. Подключение полностью или частично заряженного конденсатора к входным контактам прибора приведет к его поломке. При измерении цепи ее необходимо отключить и разрядить перед подключением тестовых проводов. При эксплуатации в запыленных условиях прибор необходимо периодически очищать и протирать. Не подвергать прибор воздействию прямых лучей света в течение длительного периода времени. Перед снятием крышки проверить, что прибор отсоединен от цепи и выключено электропитание.

### 3. Функциональное описание

#### 3-1 Введение

LCR-метр позволяет измерять индуктивность/емкость/сопротивление, а также коэффициент затухания ( $D$ ), добротность ( $Q$ ), тангенс угла диэлектрических потерь ( $\theta$ ), эквивалентное последовательное и параллельное сопротивление ( $ESR$  и  $R_p$ ). Прибор оснащен автоматически режимом выбора диапазонов измерений для контроля сопротивлений по постоянному и переменному току. Поэтому пользователь может измерять параметры LCR непосредственно в режиме AUTOLCR без переключения режимов прибора вручную. Прибор позволяет выбрать одну из пяти частот тестирования 100Гц/120Гц/1кГц/10кГц/100кГц в зависимости от типа тестируемого компонента. В зависимости от импеданса компонента можно производить измерение по последовательной или параллельной схеме.

#### 3-2 Технические особенности

- Двойной ЖК-экран
- Проверка и измерение в автоматическом режиме AutoLCR
- Схемы последовательного/параллельного подключения
- Измерение параметров:  $L_s/L_p/C_s/C_p$  и  $D/Q/\theta/ESR$
- Пять частот тестирования: 100Гц/120Гц/1кГц/10кГц/100кГц
- Напряжение измерения: 0,6мВ  $V_{rms}$
- Диапазон тестирования ( $F=1кГц$ )  
Индуктивность: 200мкГн-2000Гн  
Емкость: 2000пФ – 2мФ  
Сопротивление: 20Ом-200МОм
- Многоуровневый детектор напряжения батареи
- Подсветка и звуковая сигнализация
- Первичный экран параметров:  
 $L_s$ : Индуктивность при последовательном подключении  
 $L_p$ : Индуктивность при параллельном подключении  
 $C_s$ : Емкость при последовательном подключении  
 $C_p$ : Емкость при параллельном подключении  
 $R_s$ : Сопротивление при последовательном подключении

Rp: Сопротивление при параллельном подключении

- Вторичный экран параметров:

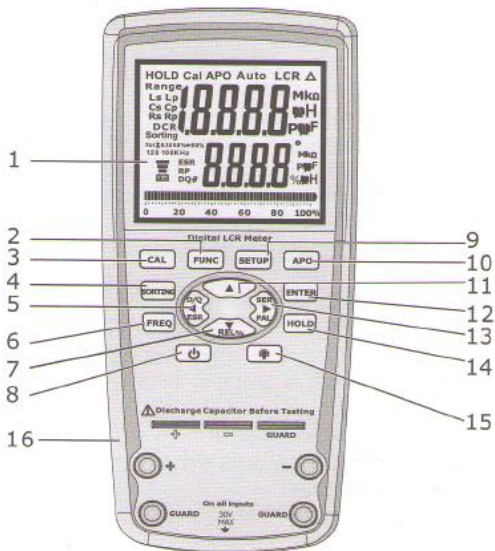
$\Theta$ : тангенс угла диэлектрических потерь

ESP: эквивалентное последовательное сопротивление

D: коэффициент затухания

Q: добротность

## 4. Панель управления



#### 4-1 Описание передней панели


1. ЖК-экран
2. Кнопка выбора режимов (Auto LCR/L/C/ACR/DCR)
3. Кнопка режима калибровки
4. Кнопка режима сортировки
5. Кнопка режима вывода данных вторичного экрана (коэффициента затухания (D), добротности (Q), тангенса угла диэлектрических потерь ( $\theta$ ), эквивалентного последовательного (ESR) и параллельного ( $R_p$ ) сопротивлений) и изменения параметра сортировки ◀
6. Кнопка выбора тестовой частоты
7. Кнопка относительных измерений и кнопка изменения параметра сортировки ▽
8. Кнопка вкл./выкл. питания прибора
9. Кнопка настройки параметра сортировки
10. Кнопка АВП (автоматическое выключение питания)
11. Кнопка изменения параметра сортировки ▲
12. Подтверждение и ввод параметра сортировки
13. Кнопка режима фиксации показаний на экране «Hold»
14. Выбор схемы последовательного и параллельного измерений и кнопка изменения параметра сортировки ▶
15. Кнопка подсветки экрана
16. Входные разъемы (продольно-подпружиненные контакты) и контакты для измерения положительного, отрицательного значений, защищенный контакт (см. «защищенный разъем» в разделе «Дополнительная информация»).

## 5. Включение питания прибора



До начала работы с прибором необходимо установить элементы питания и включить его.

### 5-1 Установка элементов питания

В LCR-метре используются элементы питания, поэтому он является переносным. В нем устанавливается шесть батарей напряжением 1,5В.

- Перевернуть прибор. Раскрыть заднюю подставку, за ней расположен винт крепления крышки батарейного отсека. С помощью отвертки открутить винт и снять крышку.
- Установить шесть элементов питания напряжением 1,5В в отсек прибора. В отсеке нанесены маркировки (+) и (-) на контактах прибора. Поэтому при установке необходимо соблюдать полярность размещения элементов питания.
- Установить крышку батарейного отсека на место. Закрутить винт и затянуть его отверткой.
- Нажать и удерживать кнопку  в течение 2 секунд, чтобы включить прибор.

### 5-2 Индикация низкого заряда батареи

Прибор оснащен индикатором  низкого заряда батареи, который предупреждает пользователя о необходимости замены элементов питания. При появлении на экране символа  рабочее напряжение прибора падает ниже установленного значения. В этом случае снижается точность измерений и рекомендуется как можно скорее заменить элементы питания. См. раздел «Установка элементов» для получения дополнительных сведений.



## 6. Функционирование

В следующей таблице для каждого режима приведены доступные функции, которые отмечены как « $\diamond$ ».

Кнопки	FUNC	HOLD	Dq $\theta$	S/P	BKLIT	SORT	FREQ	REL%
AUTOLCR	$\diamond$	$\diamond$			$\diamond$			$\diamond$
L	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$
C	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$
ACR	$\diamond$		$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$
DCR	$\diamond$	$\diamond$			$\diamond$	$\diamond$	$\diamond$	

- **Включение и выключение питания**

После включения электропитания все сегменты ЖК-экрана включаются на 2 секунды. Затем начинается процесс инициализации. По умолчанию включается режим AUTOLCR, тестовая частота составляет 1кГц. При нажатии кнопки питания при включенном устройстве прибор выключается. На ЖК-экране отображается «OFF» (Выкл.).


- **Автоматическое выключение питания**

Для повышения срока службы элементов питания имеется режим АВП. Можно включить или выключить режим АВП нажатием кнопки АВП, на экране прибора отобразится результат данного действия. Если все функциональные кнопки не нажимаются или измерение импеданса не производится в течение 5 минут, система трижды подает звуковой сигнал перед автоматическим выключением питания. Во время подачи сигнала прибор продолжает работу (при нажатии любой кнопки). Если кнопки не нажимаются, питание прибора выключается.

- **Звуковой сигнал**

При нажатии активной кнопки панели срабатывает звуковой сигнал. При нажатии «недоступной» кнопки сигнал звучит дважды.



- **Подсветка**

Если пользователь нажимает кнопку , включается подсветка. Необходимо нажать кнопку  повторно для ее выключения. Если подсветка работает в течение 60 секунд, она выключается автоматически.

- **Уровень зарядки**

Прибор периодически проверяет уровень зарядки элементов питания. По мере разрядки сегменты состояния батареи выключаются на ЖК-экране.

- **Режим измерения импеданса и проверки вторичных параметров цепи**

При нажатии кнопки  выбора режима AUTO/L/C/R выбирается основной тестовый режим: AUTO-LCR→AUTO-L→AUTO-C→AUTO-R→DCR→Auto-LCR. По умолчанию установлен Auto-LCR, который проверяет тип нагрузки и автоматически переключается в режим измерения L/C/R. После измерения указанных параметров производится оценка вторичных параметров. То есть одновременно измеряются  $(L+Q)$ ,  $(C+D)^2$ ,  $(R+Q)^2$ . После выбора режима Auto-L или Auto-C диапазон измерения импеданса выбирается автоматически. На первичном экране отображаются результаты измерения индуктивности или емкости. На вторичном экране – добротность и коэффициент рассеивания. Значение  $D/Q/\theta/ESR$  можно вывести нажатием кнопки .

. Если выбран режим Auto-R (ACR) или DCR, измерение вторичных параметров не производится.

**Замечание:** если режим Auto-LCR включен, вторичный параметр отображает эквивалентное сопротивление в параллельном режиме измерения ( $R_p$ ) вместо коэффициента  $D$ , если величина измеренной емкости ниже  $5\text{пФ}$ .

**Замечание:** только для режима AUTO-LCR. В режиме Auto-R или DCR вторичный параметр на экране не отображается.

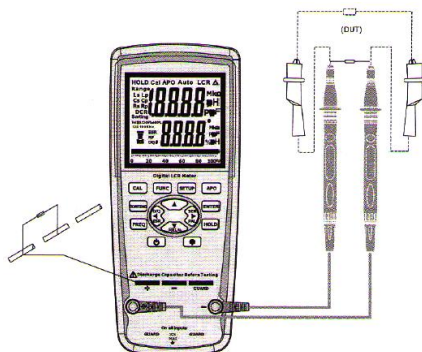



Рис. 2 Экран тестирования компонента

- **Режим последовательного/параллельного измерения сопротивления**


LCR-метр позволяет сделать выбор между параллельным и последовательным измерениями. В зависимости от этого меняется методика измерения. Кроме того, один из режимов измерения обеспечивает более высокую точность по сравнению с другим режимом в зависимости от типа и характеристики компонента. Для получения более подробной информации см. раздел «Дополнительная информация». При выборе режима измерения L/C/R по умолчанию выбирается режим параллельного или последовательного измерения, на экране отображается индикатор AUTO. Выбор обусловлен суммарным эквивалентным сопротивлением компонента. Если сопротивление превышает 10кОм, выбирается параллельный режим и на экране отображаются индикаторы Lp/Cp/Rp. Если сопротивление ниже 10кОм, выбирается последовательный режим и на экране

отображаются индикаторы Ls/Cs/Rs. При нажатии кнопки  меняется режим измерения. На экране отображаются индикаторы Ls/Lp/Cs/Cp/Rs/Rp, которые указывают текущий режим измерения.


- **Режим Hold**

Режим HOLD позволяет пользователю зафиксировать информацию на экране до момента выключения режима.




### Включение режима Data Hold

Чтобы включить данный режим, необходимо нажать кнопку . Индикатор HOLD отображается на экране, данные зафиксированы.


### Выключение режима Data Hold

Для выключения режима фиксации данных нажать кнопку  повторно. Индикатор HOLD выключается, прибор продолжает работать в стандартном режиме.

- **Режим относительных измерений**

Нажать кнопку , текущие показания DCUR на первичном экране будут запомнены как опорное значение (DREF), на экране отображается индикатор «Δ». На вторичном экране появляется результат относительного измерения REL%, где  $REL\% = (DCUR - DREF) / DREF \times 100\%$ . Нажать кнопку  повторно, чтобы вывести опорное значение DREF на первичном экране, сегмент «Δ» начинает мигать. Диапазон значений в % от -99,9 до +99,9. Если относительное значение в два раза превышает опорное (DREF), на вторичном экране отображается «OL%». Нажать и удерживать кнопку  в течение 2 секунд для выхода из режима относительных измерений.

- **Режим калибровки**

Для повышения точности измерения высокого/низкого импеданса рекомендуется выполнить калибровку в режимах OPEN/SHORT до начала проведения измерений. Нажать и удерживать кнопку  в течение 2 секунд для входа в режим калибровки. Порядок калибровки: режим OPEN<sup>1</sup> → калибровка OPEN (30 сек) → режим SHORT → калибровка SHORT (30 сек). В процессе калибровки на экране прибора отображается время (30 секунд) в режиме обратного отсчета. После завершения калибровки индикатор PASS или FAIL появляется на

первичном экране. Если включен индикатор PASS в режимах OPEN И SHORT, данные калибровки сохраняются после нажатия кнопки CAL.

**OPEN** соответствует состоянию прибора, при котором на входных контактах отсутствует нагрузка (измерение в этот момент не производится).

**SHORT** соответствует состоянию прибора с замкнутыми контактами «+» и «-» на короткий металлический предмет (например, скрепку).

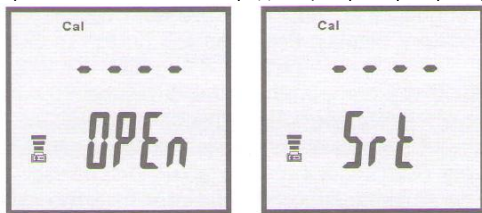




Рис. 3 Калибровка в режиме OPEN (слева) и SHORT (справа)

- **Режим сортировки**

Позволяет быстро отсортировать группу компонентов. Необходимо выбрать режим измерения первичных показаний L/C/R по типу измеряемого компонента. Выполнить измерение параметра «известного» компонента (служит в качестве опорного при измерении параметров других компонентов). Нажать кнопку  для входа в режим сортировки. Режим нельзя активировать, пока прибор не определит наличие измеряемого компонента, подключенного к контактам. После включения режима сортировки опорное значение, диапазон и допуск можно изменять.

Порядок настройки:

 → настройка диапазона значений (с помощью кнопок  $\triangleleft \triangleright$ )

→  →

выбор опорного значения (с помощью кнопок  $\triangle \nabla \triangleleft \triangleright$ )


→  →

настройка допуска (с помощью кнопок  $\triangleleft \triangleright$ )

→  → режим сортировки

Режим настройки допуска:

+0,25% → +0,5% → +1% → +2% → +5% → 10% → +20% → +80%-20%. По умолчанию выбрано отклонение +1%.

В режиме сортировки на первичном экране отображается PASS или FAIL в зависимости от превышения импедансом установленного значения допуска. Результат текущего измерения отображается на вторичном экране. Нажать кнопку  для выхода из данного режима.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** если в качестве компонента измерения используется конденсатор, необходимо убедиться в том, что он полностью разряжен перед измерением. Конденсаторам с большой емкостью может потребоваться значительное время для разрядки. Подключение заряженного или частично заряженного конденсатора к прибору может стать причиной возникновения электрического разряда и поломки прибора.

- **Выбор частоты тестирования**

После нажатия кнопки можно последовательно выбирать частоту тестирования. На выбор предлагается один из пяти вариантов частоты (100Гц/120Гц/1кГц/10кГц/100кГц). Тестовая частота влияет на точность результатов измерения, которая зависит от частоты, типа и величины импеданса тестируемого компонента.

Для получения более подробной информации см. раздел «Дополнительная информация».

**6-1 Характеристики точности****Замечания:**

- Измерение выполняется с использованием тестового разъема
- Измерения производятся после калибровки в режиме OPEN и SHORT
- Компонент и тестовые провода необходимо экранировать с использованием защищенного разъема, при необходимости
- Значение Q обратно пропорционально показателю DF
- Точность выбирается в диапазоне 10% - 100%, значения вне указанного диапазона должны носить справочный характер
- – означает параллельный или последовательный режим измерения

**Индуктивность  $T_a=18-28\text{ }^\circ\text{C}$  (De)**

Частота = 100Гц/120Гц

Диапазон	Разрешение	Точность Lx	Точность DF	Режим измерения
20мГн	1мкГн	1,5%±10	1,5%±50	Послед
200мГн	0,01мГн	1,4%±15	1,4%±50	Послед
2000мГн	0,1мГн	1,5%±15	1,5%±50	Послед
20Гн	1мГн	1,6%±10	1,6%±50	--
200Гн	0,01Гн	1,3%±10	1,3%±50	Парал
2000Гн	0,1Гн	2,0%±15	2,0%±50	Парал
20кГн	0,001Гн	2,5%±15	2,5%±0	Парал

Частота = 1кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Lx	Точность DF	Режим измерения
2000мкГн	0,1мкГн	1,3%±10	1,3%±50	Послед
20мГн	1мкГн	1,2%±10	1,2%±50	Послед
200мГн	0,01мГн	1,2%±10	1,2%±50	Послед
2000мГн	0,1мГн	1,5%±15	1,5%±50	--
20Гн	1мГн	1,5%±15	1,5%±50	Парал
200Гн	0,01Гн	2,0%±10	2,0%±50	Парал
2000Гн	0,1Гн	2,5%±15	2,5%±50	Парал

## Частота = 10кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Lx	Точность DF	Режим измерения
200мкГн	0,01мкГн	1,8%±10	1,8%±50	Послед
2000мкГн	0,1мкГн	1,5%±10	1,5%±50	Послед
20мГн	1мкГн	1,2%±10	1,2%±50	Послед
200мГн	0,01мГн	1,5%±15	1,5%±50	--
2000мГн	0,1мГн	2,0%±10	2,0%±50	Парал
20Гн	1мГн	2,5%±15	2,5%±50	Парал

## Частота = 100кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Lx	Точность DF	Режим измерения
20мкГн	0,001мкГн	2,5%±10	2,5%±50	Послед
200мкГн	0,01мкГн	1,5%±10	1,5%±50	Послед
2000мкГн	0,1мкГн	1,3%±15	1,3%±50	Послед
20мГн	1мкГн	2,0%±15	2,0%±50	Парал
200мГн	0,01мГн	2,5%±15	2,5%±50	Парал

## Емкость Та=18-28 °С (De)

## Частота = 100Гц/120Гц

Диапазон	Разрешение	Точность Cx	Точность DF	Режим измерения
20нФ	1пФ	2,5%±10	2,5%±50	Парал
200нФ	0,01нФ	1,2%±10	1,2%±50	--
2000нФ	0,1нФ	0,9%±10	0,9%±50	--
20мкФ	1нФ	1,0%±15	1,0%±50	Послед
200мкФ	0,01мкФ	1,2%±10	1,2%±50	Послед
2000мкФ	0,1мкФ	2,5%±10	2,5%±50	Послед
20мФ	0,01мФ	5,0%±10	5,0%±50	Послед



## Частота = 1кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Sx	Точность DF	Режим измерения
2000пФ	0,1пФ	3,5%±15	3,5%±50	Парал
20нФ	1пФ	1,0%±10	1,0%±50	--
200нФ	0,01нФ	0,9%±10	0,9%±50	--
2000нФ	0,1нФ	1,0%±10	1,0%±50	Послед
20мкФ	1нФ	1,2%±15	1,2%±50	Послед
200мкФ	0,01мкФ	2,5%±10	2,5%±50	Послед
2000мкФ	1мкФ	4%±20	4%±50	Послед

## Частота = 10кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Sx	Точность DF	Режим измерения
200пФ	0,01пФ	3,0%±8	3,0%±50	Парал
2000пФ	0,1пФ	1,0%±10	1,0%±50	--
20нФ	1пФ	0,9%±10	0,9%±50	--
200нФ	0,01нФ	0,8%±10	0,8%±50	Послед
2000нФ	0,1нФ	1,0%±8	1,0%±50	Послед
20мкФ	1нФ	2,0%±8	2,0%±50	Послед
200мкФ	0,1мкФ	4,5%±15	4,5%±50	Послед

## Частота = 100кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Sx	Точность DF	Режим измерения
200пФ	0,01пФ	2,5%±15	2,5%±50	Парал
2000пФ	0,1пФ	1,0%±8	1,0%±50	Парал
20нФ	1пФ	1,8%±8	1,8%±50	Парал
200нФ	0,01нФ	1,5%±10	1,5%±50	Послед
2000нФ	0,1нФ	2,5%±15	2,5%±50	Послед

**Сопротивление  $T_a=18-28\text{ }^\circ\text{C}$  (De)**

Частота = 100Гц/120Гц

Диапазон	Разрешение	Точность Rx	Режим измерения
200Ом	0,01Ом	1,2%±10	--
2кОм	0,1Ом	0,8%±5	--
20кОм	1Ом	0,9%±5	--
200кОм	0,01кОм	0,7%±3	--
2МОм	0,1кОм	1,0%±5	--
20МОм	1кОм	2,2%±10	--
200МОм	0,1МОм	2,5%±10	--

Частота = 1кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Rx	Режим измерения
200Ом	1мкОм	1,2%±10	--
2000Ом	0,01Ом	0,8%±5	--
2кОм	0,1Ом	0,8%±3	--
20кОм	1Ом	0,7%±3	--
200кОм	0,01кОм	1,0%±5	--
2МОм	0,1кОм	1,5%±10	--
20МОм	1кОм	1,8%±10	--
200МОм	0,1МОм	6,0%±50	--

Частота = 10кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Rx	Режим измерения
200Ом	1мкОм	1,5%±10	--
2000Ом	0,01Ом	0,8%±10	--
2кОм	0,1Ом	0,9%±5	--
20кОм	1Ом	0,8%±3	--
200кОм	0,01кОм	1,0%±5	--
2МОм	0,1кОм	2,5%±10	--
20МОм	0,01МОм	2,8%±10	--

## Частота = 100кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Rx	Режим измерения
200м	1мкОм	2,3%±10	--
2000м	0,010м	1,5%±5	--
2кОм	0,10м	0,8%±20	--
20кОм	10м	0,8%±20	--
200кОм	0,01кОм	1,5%±10	--
2МОм	1кОм	2,5%±30	--

## Сопротивление при постоянном токе Ta=18-28 °C (De)

Частота = 100Гц/120Гц/1кГц/10кГц/100кГц

Диапазон	Разрешение	Точность Rx	Режим измерения
2000м	±0,010м	1,8%±10	--
2кОм	±0,10м	0,6%±20	--
20кОм	±10м	0,6%±10	--
200кОм	±0,01кОм	0,5%±3	--
2МОм	±0,1кОм	1,5%±5	--
20МОм	±1кОм	2,0%±5	--
200МОм	±0,1МОм	2,5%±5	--

## Точность D Ta=18-28 °C (De)

Част./Z	0,1-10м	1-100м	10-100кОм	100кОм-1МОм	1МОм-20МОм	20-200МОм
100/120Гц	±0,03	±0,01	±0,009	±0,01	±0,02	±0,04
1кГц	±0,03	±0,01	±0,009	±0,01	±0,02	±0,09
10кГц	±0,03	±0,01	±0,009	±0,009	±0,01	±0,04
100кГц	±0,04	±0,03	±0,01	±0,01	±0,02	±0,04

## Точность D Ta=18-28 °C (De)

Част./Z	0,1-10м	1-100м	10-100кОм	100кОм-1МОм	1МОм-20МОм	20-200МОм
100/120Гц	±0,65°	±0,36°	±0,23°	±0,45°	±0,65°	±1,35°
1кГц	±0,65°	±0,36°	±0,23°	±0,45°	±0,65°	±3,63°
10кГц	±0,65°	±0,36°	±0,23°	±0,45°	±1,35°	н.д.
100кГц	±1,27°	±0,65°	±0,49°	±0,65°	±1,35°	±1,35°

## 7. Дополнительная информация

Данный раздел содержит дополнительную информацию для пользователя при работе с LCR-метром. Некоторые рекомендации носят вспомогательный характер и могут помочь в проведении более точных и качественных измерений.

### 7-1 Выбор тестовой частоты

Тестовая частота очень влияет на результаты измерений, особенно в отношении катушек и конденсаторов. В данном разделе приведены полезные рекомендации.

#### Емкость

При измерении емкости важно правильно установить частоту для получения более точных результатов измерения. При измерении конденсаторов емкостью 0,01мкФ и ниже используется частота в 1кГц. Для измерения конденсаторов 10мкФ и выше – частота в 120Гц. То есть более высокие тестовые частоты применяются для измерения более низкой емкости. Например, если емкость компонента находится в диапазоне мФ, то выбор тестовой частоты в диапазоне 100-120Гц будет оптимальным. При тестировании данного компонента с частотой 1-10кГц результат измерения может оказаться ошибочным.

В любом случае лучше сопоставить результаты измерений с характеристиками в таблицах производителя, чтобы подобрать наиболее оптимальную частоту измерения.

#### Индуктивность

Обычно частота 1кГц используется для измерения индуктивности в аудио- и RF-цепях. Эти компоненты работают при более высоких частотах, их следует измерять в режиме 1-10кГц. Частота 120Гц может использоваться для измерения индуктивности, которая используется в качестве фильтра в силовых установках, работающих с частотой 60Гц (в США).

Индуктивность ниже 2мГн измеряют при частоте 1кГц, а индуктивность выше 200Гн – при частоте 120Гц.

В любом случае лучше сопоставить результаты измерений с характеристиками в таблицах производителя, чтобы подобрать наиболее оптимальную частоту измерения.

### **7-2 Выбор параллельного и последовательного режимов измерения**

Помимо частоты, значительное влияние на качество измерения оказывает выбор схемы параллельного или последовательного измерения, особенно в отношении емкости и индуктивности. Далее приводится ряд рекомендаций.

#### **Емкость**

При измерении емкости компонентов лучше выбрать схему параллельного измерения. Большинство конденсаторов имеет довольно низкий коэффициент затухания (высокое внутреннее сопротивление) по сравнению с импедансом. В этом случае подобный режим измерения оказывает минимальное влияние на результат измерения.

В некоторых случаях предпочтительно выбрать последовательную схему измерения, например, для измерения емкости больших конденсаторов. Иначе, прибор может показать неверный результат измерений. Это связано с тем, что крупные конденсаторы имеют высокий коэффициент затухания и более низкое внутреннее сопротивление.

### **Индуктивность**

В большинстве случаев лучше выбрать схему последовательного измерения. В данном режиме можно получить более точное значение добротности.

В некоторых случаях предпочтительным является выбор параллельного режима измерения, когда речь идет об индуктивностях с металлическими сердечниками, которые работают при более высокой частоте и обладают значительным гистерезисом и потерями на вихревые токи.

### **7-3 Отклонения в точности измерений**

В некоторых случаях результаты измерений емкости, индуктивности и сопротивления могут иметь расхождения.

### **Емкость**

При измерении емкости конденсаторов лучше всего, если коэффициент затухания имеет низкое значение. Электролитические конденсаторы обладают высоким показателем затухания благодаря существенным внутренним утечкам. В некоторых случаях коэффициент  $D$  значительный, поэтому точность показаний резко снижается.

### **Индуктивность**

Некоторые катушки работают при определенном токе смещения. Но LCR-метры не создают подобные токи, при этом нельзя использовать внешний источник тока, так как он может вывести прибор из строя. В ряде случаев результат измерения индуктивности может не совпадать с характеристиками производителя. Важно проверить наличие, отсутствие тока смещения в схеме работы.

## Сопrotивление

При измерении сопротивления компонентов важно знать о наличии двух методов измерений. Это измерение сопротивления при постоянном и переменном токе. LCR-метр имеет два режима измерения. При измерении сопротивления в режиме постоянного тока показания могут оказаться неточными. Перед началом измерений следует правильно подобрать метод измерения сопротивления компонента (переменным или постоянным током).

### 7-4 Защищенный разъем

Один из разъемов прибора имеет надпись «GUARD» (Защита).

Этот разъем не предназначен непосредственно для измерений. Но в некоторых случаях может быть полезен, так как имеет двойное назначение.

Если пользователь работает с тестовыми проводами, этот разъем можно использовать для экранирования тестовых проводов. Например, при измерении компонента с высоким резистивным сопротивлением. При измерении сопротивления 10МОм с помощью тестовых проводов показания могут быть неустойчивыми. Подключение экранированного провода (соединенного с тестовыми проводами) к данному разъему стабилизируют показания измерений.

Защищенный разъем также используется для снижения «шума» и паразитных эффектов в процессе измерения, что способствует повышению качества показаний.