



Портативный двуиндикаторный  
измеритель LCR

**MEGEON - 14028**

Руководство по эксплуатации и паспорт



# Портативный двуиндикаторный измеритель LCR Информация о безопасности

Следующие меры предосторожности адресованы как операторам, так и обслуживающему персоналу и должны неукоснительно выполняться на любом этапе эксплуатации, обслуживания или ремонта этого прибора.

**НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ  
ПРИБОР В ОГНЕОПАСНОЙ ИЛИ ВЗРЫВООПАСНОЙ СРЕДЕ**

Не допускается использовать прибор в условиях сильного запыления, прямого солнечного света, высокой влажности, сильных электромагнитных полей и т.п.

**НЕ ДОПУСКАЕТСЯ САМОСТОЯТЕЛЬНО ВСКРЫВАТЬ ПРИБОР**

Обслуживание, замену частей и регулировку прибора может производить только специальный ремонтный персонал. Обратитесь к официальному торговому представителю или наш отдел послепродажного обслуживания.

***НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ВНОСИТЬ НИКАКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В  
КОНСТРУКЦИЮ ПРИБОРА***

Некоторые замены и несанкционированные модификации могут вывести данный прибор из строя.

**СЛЕДУЙТЕ РЕКОМЕНДАЦИЯМ ПО БЕЗОПАСНОСТИ**

Строго следуйте рекомендациям по безопасности в этом руководстве, относящимся к возможностям травм персонала, повреждения прибора, а также к условиям эксплуатации, влияющих на результат измерения.

## Меры предосторожности

эксплуатации этого прибора следуйте приведенным ниже инструкциям техники

Этот прибор предназначен для использования только внутри помещений, на высоте до 2000 м. Допускается непродолжительное использование прибора вне помещений в условиях отсутствия воздействия прямого солнечного света, воды и влажности, электромагнитного излучения, пыли и взрывоопасности.

Перед началом использования прибора обязательно следует ознакомиться и полностью осмыслить все предупреждения и меры предосторожности, приведенные в настоящем

руководстве по эксплуатации.

- Перед подключением проверяемого компонента, находящегося в цепи, обязательно убедитесь, что питание цепи выключено, а все имеющиеся в ней конденсаторы полностью разряжены.
- Перед подключением проверяемого прибора обязательно следует разрядить все элементы, накапливающие заряд (конденсаторы и т.п.).
- Питание прибора осуществляется от одной стандартной 9 В батареи. Но возможно и питание от электросети при использовании адаптера с выходным постоянным напряжением 12 В/150 мА. При использовании сетевого адаптера обязательно выполняйте требования соответствующего стандарта безопасности МЭК.
- В приборе **МЕГЕОН - 14028** используются аккумуляторы. Не допускается подключать прибор к сети, если в нем установлена одноразовая батарея питания. Допускается использование прибора исключительно как описано в настоящем руководстве по эксплуатации.

## Предупреждающие символы Условия эксплуатации и хранения



предупреждает оператора о необходимости обращения к инструкциям данного руководства по эксплуатации.



постоянный ток



указывает, что наружный контакт имеет положительную полярность

(+), а внутренний контакт - отрицательную полярность (-).

Температура эксплуатации:	от 0 до +40 °С
Хранение:	
отн. влажность:	0 – 80%
температура:	от -20 до +50 °С
Степень загрязнения:	2

# Оглавление

## **Информация о безопасности**

### **Меры предосторожности**

### **Введение**

### **Комплект поставки**

### **Описание передней панели**

Перечень элементов передней панели..

Кнопки передней панели

Описание функций кнопок

Внешний вид ЖК-дисплея

Описание элементов ЖК-дисплея

Специальные сообщения на дисплее

Измерительный порт

### **Питание прибора**

Установка батареи

Подключение внешнего источника питания

Индикатор разряженной батареи питания

Подсветка дисплея

Зарядка аккумулятора

### **Инструкция по эксплуатации**

Режим фиксации показания (HOLD)

Регистрация MAX, MIN и AVG значений (REC)

Выбор измеряемой величины основного параметра L/C/R/Z

Выбор измеряемой величины дополнительного параметра  
D/Q/0/ESR .....

Частота испытательного сигнала (FREQ)

Режим допускового контроля (TOL)

Режим автовыбора LCR

Скорость измерения (RATE)

Режим эквивалентной схемы

Меню утилит (UTIL)

Функции калибровки (CLEAR)

Дистанционное управление (RMT)

Повреждение плавкого предохранителя

### **Краткий курс использования прибора**

Измерение индуктивности

Измерение емкости

Измерение сопротивления

Измерение импеданса

### **Дистанционное управление**

Подключение прибора к компьютеру PC

Настройка виртуального последовательного порта.

Использование дистанционного управления

Протоколы команд

Справочник команд

Характеристики

Основные характеристики

Характеристики точности

Обслуживание

Обслуживание

Чистка

Выдержка из гарантийного обязательства

# Введение

Прибор **МЕГЕОН - 14028** разработан для измерения индуктивности, емкости и сопротивления компонентов. Этот прибор может питаться от батареи 9 В или от внешнего сетевого адаптера. Этот измеритель, обладая возможностями настольных приборов, - удобный портативный прибор для мобильных измерений.

**МЕГЕОН - 14028** обеспечивает максимальное показание для основного параметра до 40'000, максимальное разрешение для дополнительного параметра - до 0.0001, максимальную частоту испытательного сигнала до 100 кГц, фиксированное внутреннее сопротивление источника испытательного сигнала 100 Ом и среднеквадратическое значение уровня испытательного сигнала 0.6 В. Автовыбор диапазона поможет быстро получить результаты измерения и автоматически выбрать нужные измеряемые величины в соответствии со свойствами компонентов. Точность измерения этих приборов составляет до 0.25 %.

Кнопки передней панели наиболее удобно позволяют выбирать функции и параметры, например, частоту, скорость измерения и режим измерения L/C/R/Z. Режим допускового контроля позволяет сортировать компоненты, регистрация MAX, MIN и AVG значений упрощает считывание и анализ результата, удобная функция калибровки (холостой ход (XX) / короткое замыкание (K3)) позволяет получить максимально возможную точность, меню утилит позволяет изменять режимы звукового сопровождения нажатия кнопок, автовыключения питания и сохранения настроек. Приборы **МЕГЕОН - 14028** имеют возможность дистанционного управления и передачи данных измерения в компьютер (PC) через USB (разъем мини-USB). Это дает прибору новое качество - дистанционного регистратора.

## Комплект поставки

Комплект поставки **МЕГЕОН - 14028** может быть следующим:

- портативный измеритель LCR **МЕГЕОН - 14028**;
- руководство по эксплуатации;
- кабель USB (мини-USB)
- измерительные провода штекер-'крокодил"  
(красный и черный);
- закорачивающая пластина;
- \*щелочная батарея 9 В или аккумулятор 8.4 В;

- \*сетевой адаптер питания;
- \*четырехпроводный фиксатор Кельвина;
- \*щупы-пинцет для компонентов поверхностного монтажа (SMD).

\* Отмеченные позиции можно приобрести как дополнительные принадлежности. Комплект поставки должен соответствовать прилагаемому к упаковке перечню. *Пожалуйста, проверьте соответствие содержимого упаковки прилагаемому к ней перечню. В случае несоответствия содержимого перечню немедленно свяжитесь с нами или с соответствующим дистрибьютором.*

## Описание передней панели



Рисунок 1 Внешний вид передней панели (модель **МЕГЕОН-14028**)

## Перечень элементов передней панели

1. ЖК-дисплей
2. Кнопка обмена через USB / 'включения подсветки
3. Кнопка вкл./выкл. питания
4. Кнопка выбора частоты и режима регистрации MAX, MIN и AVG значений
5. Кнопка выбора параметра (D/Q/6/ESR), отображаемого на дополнительном индикаторе
6. Кнопка выбора параметра (L/C/R/Z), отображаемого на основном индикаторе / режима автовыбора LCR
7. Кнопка выбора скорости измерения/эквивалентного режима
8. Кнопка фиксации показания/ меню утилит
9. Кнопка выбора режима точности/ вверх
10. Кнопка калибровки/ вниз
11. 5- гнездовой измерительный разъем (для непосредственного подключения выводов компонентов или измерительного фиксатора)
12. 3-гнездовой измерительный разъем (для измерительных проводов штекер- "крокодил")
13. Стандартный порт USB (для дистанционного управления)
14. Входной разъем внешнего источника питания =12 В (для подключения внешнего сетевого адаптера)

**ЗАМЕЧАНИЕ** Уточните на наклейке адаптера его характеристики. Номинальные выходные характеристики:  
постоянное  
напряжение 12 В, ток 150 мА, диаметр разъема 4 мм.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Используйте исключительно адаптер, поставляемый с прибором. Использование неподходящего адаптера питания может повредить измеритель LCR.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Питание от внутренней батареи будет автоматически отключено при наличии питания от внешнего источника. Прибор не имеет независимый контроллер зарядки— зарядка не осуществляется даже при выключенном приборе.

**ОСТОРОЖНО!** До подключения внешнего сетевого адаптера питания убедитесь, что полярность батареи (+) и (-) соответствует

маркировке в отсеке батареи. При неправильной установке батареи и подключении внешнего сетевого адаптера питания можно серьезно повредить измеритель LCR.

#### Кнопки передней панели

Кроме кнопки питания все кнопки передней панели имеют цветовую маркировку функций: черного, синего или оранжевого цвета. Каждый цвет имеет определенное значение, описанное ниже:

**ЧЕРНЫЙ** — основная функция, выполняемая простым нажатием кнопки.

**ОРАНЖЕВЫЙ** — дополнительная функция, выполняемая нажатием и удержанием кнопки в течение 2 секунд.

**СИНИЙ** — функция утилит, выполняемая после предварительного нажатия и удержания некоторое время кнопки [UTIL] (более детально см. раздел “Меню утилит”).

**ЗАМЕЧАНИЕ** В тексте данного руководства для привязки к их функциям кнопки указываются по маркировке функций без разделения по цвету. Обратите внимание в тексте на различие между “нажмите и удерживайте” и “нажмите”.

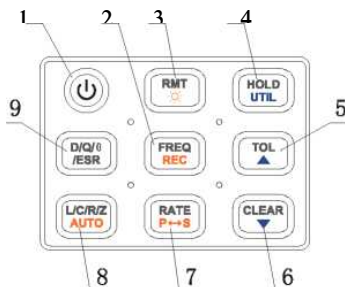


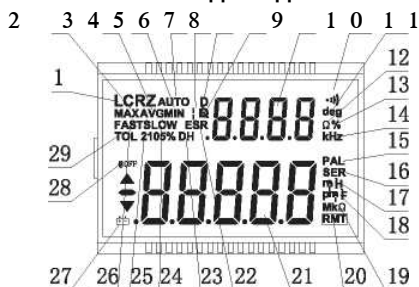
Рисунок 2 Внешний вид кнопок

#### Описание функций кнопок

1. Кнопка включения/выключения питания
2. Кнопка выбора частоты испытательного сигнала/ режима регистрации MAX, MIN и AVG
3. Кнопка выбора режима дистанционного управления/подсветки ЖК-дисплея
4. Кнопка фиксации показания/вызова меню утилит
5. Кнопка режима допускового контроля/ выбора меню (вверх)
6. Кнопка калибровки/ выбора меню (вниз)

7. Кнопка выбора скорости измерения/эквивалентной схемы
8. Кнопка выбора основного измеряемого параметра LCRZ/  
режима автовыбора LCRZ
9. Кнопка выбора дополнительного измеряемого параметра

### Внешний вид ЖК-дисплея



### Описание элементов ЖК-дисплея

1. LCRZ – индикатор отображаемого на основном индикаторе параметра
2. MAX – индикатор отображения максимального значения при режиме регистрации MAX, MIN и AVG
3. AVG – индикатор отображения среднего значения при режиме регистрации MAX, MIN и AVG
4. MIN – индикатор отображения минимального значения при режиме регистрации MAX, MIN и AVG
5. AUTO – индикатор режима автовыбора LCRZ
6.  $\theta$  – индикатор отображения угла фазы на дополнительном индикаторе
7. D – индикатор отображения значения тангенса угла потерь
8. Q – индикатор отображения значения скважности
9. 0.0000 – дополнительный цифровой индикатор
10. – индикатор режима допускового контроля
11. deg – индикатор единиц угла фазы
12.  $\Omega$  – индикатор единиц ESR (Ом)
13. % - индикатор процентов (режим допускового контроля)
14. kHz – индикатор единиц частоты
15. PAL – индикатор параллельной эквивалентной схемы
16. SER – индикатор последовательной эквивалентной схемы
17. – индуктивности (L)
18. – индикатор единиц емкости (C)

- 19.  $Mk\Omega$  – индикатор единиц сопротивления (R) /импеданса
- 20. RMT – индикатор режима дистанционного управления
- 21. . 0 0 0 0 0 – основной цифровой индикатор
- 22. ESR – сопротивление последовательной эквивалентной схемы для дополнительного параметра
- 23. DH – индикатор режима фиксации показания
- 24. SLOW – индикатор низкой скорости измерения
- 25. 2105% - индикатор значения допуска для режима допускового контроля
- 26. FAST- индикатор высокой скорости измерения
- 27. + - – индикатор разряженной батареи питания
- 28. @OFF – индикатор автовыключения
- 29. TOL – индикатор режима точности

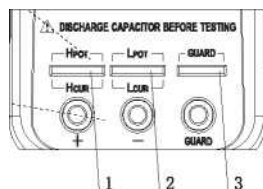
**Специальные сообщения на дисплее**

5 H r t

после нажатия кнопки CLEAR указывает на режим калибровки при коротком замыкании (КЗ)

5-контактный измерительный порт

3-контактный измерительный порт



- 1- контакт с высоким потенциалом
- 2- контакт с низким потенциалом
- 3-контакт заземления

**Рисунок 4 Измерительный порт**

OPEN	после нажатия кнопки <b>CLEAR</b> указывает на режим калибровки в состоянии холостого хода (XX)
Err	указывает на ошибку
CAL	указывает на нахождение прибора в режиме калибровки (холостой ход (XX) / короткое замыкание (КЗ))
FUSE	указывает на повреждение плавкого предохранителя
EO1	указывает на ошибку АЦП (UNK)
EO2	указывает на ошибку АЦП (END)

### Измерительный порт

**МЕГЕОН-14028** был специально разработан с комбинированным 3-х и 5- контактным измерительным портом, что позволило реализовать в этих приборах пригодность для различных измерений и высокую точность.

Наличие у прибора стандартных штекерных гнезд позволяет использовать недорогие измерительные провода штекер-“крокодил” обеспечивающие удобство измерения. Однако недостатком этого способа подключения является низкая точность измерения. Для повышения точности при использовании внешних измерительных проводов прибор серии **МЕГЕОН -14028** разрабатывался с наличием 5-контактного измерительного порта и возможностью использования специального измерительного фиксатора, гарантирующего полноценное 4-проводное подключение и точность измерения.

**ЗАМЕЧАНИЕ** 4-проводные измерительные фиксаторы могут быть приобретены дополнительно и использоваться с

приборами серии **МЕГЕОН-14028**.

## Питание прибора

Приборы имеют две возможности питания: от батареи или от внешнего сетевого адаптера. Если подключены оба источника питания, то внешний сетевой адаптер имеет приоритет над батареей. Переключение режимов питания производится автоматически, не прерывая работу прибора.

### Установка батареи

Конструкция прибора позволяет легко менять батарею питания, всегда и везде обеспечивая питание для измерений. Используется незаряжаемая стандартная щелочная 9 В батарея типа IEC6LR61.

Для установки батареи выполните следующее.

1. Откиньте заднюю подставку, под ней расположен винт фиксации крышки отсека батареи, как показано на рисунке 5. С помощью отвертки выверните винт и снимите крышку.
2. Установите батарею в отсек, соблюдая полярность подключения. Обратите внимание, что расположение положительного (+) и отрицательного (-) контактов показано внутри отсека батареи (см. рисунок 6).
3. Вставьте верхнюю часть крышки отсека батареи и сдвиньте ее в сторону верха прибора. Установите винт в нижней части крышки отсека и закрутите его с помощью отвертки.
4. Для включения прибора нажмите и удерживайте около 2 секунд кнопку включения питания.

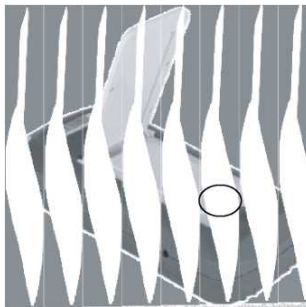


Рисунок 5 Задняя крышка

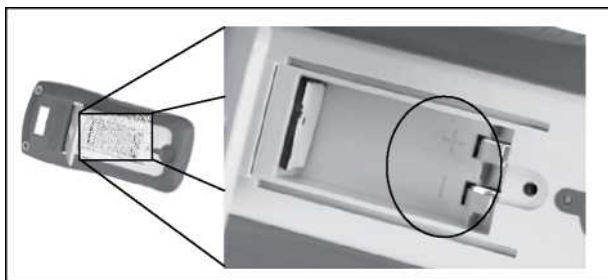


Рисунок 6- Отсек батареи

### Подключение внешнего источника питания

Прибор оснащен стандартным внешним сетевым адаптером, который можно использовать в качестве внешнего источника питания.

**ОСТОРОЖНО!** Допускается использовать только сетевой адаптер, поставляемый прибором, или адаптер с аналогичными ему характеристиками. Перед использованием убедитесь, что параметры сети питания соответствуют требованиям адаптера.

Для подключения сетевого адаптера выполните следующее:

1. Если батарея установлена в прибор, проверьте полярность ее подключения согласно маркировке внутри отсека батареи.
2. **ОСТОРОЖНО! НЕ ДОПУСКАЕТСЯ** подключать внешний сетевой адаптер, если батарея установлена неправильно или является одноразовой (для приборов с зарядкой). В противном случае прибор будет поврежден, а **гарантийные обязательства утратят силу.**
3. Убедитесь, что параметры электросети соответствуют требованиям адаптера.
4. Подключите разъем сетевого адаптера к разъему (12VDC) на правой стороне прибора.
5. Подключите сетевой адаптер к розетке электросети.
6. Для включения прибора нажмите и удерживайте около 2 секунд кнопку включения питания.

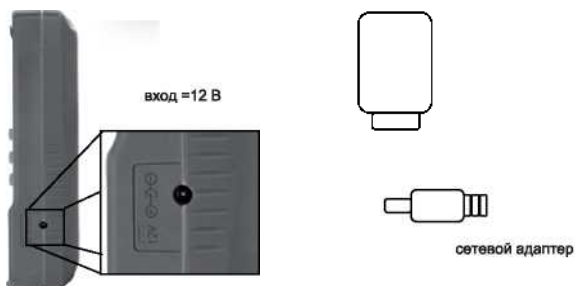



Рисунок 7- Подключения сетевого адаптера к измерителю LCR

**ЗАМЕЧАНИЕ** Прибор автоматически переключается на питание от сетевого адаптера


вместо батареи, если адаптер подключен к прибору и к электросети.

#### **Индикатор разряженной батареи питания**

Если при использовании для питания батареи на ЖК-дисплее начал мигать индикатор , это означает, что напряжение на батарее стало ниже, чем требуется для нормальной работы прибора (меньше 6.8 В). В этом случае настоятельно рекомендуется как можно скорее заменить батарею (см. раздел “Установка батареи”).

#### **Подсветка дисплея**

Прибор имеет подсветку ЖК-дисплея, что позволяет использовать его при недостаточной освещенности.

Для включения или выключения подсветки следует длительно удерживать нажатой кнопку [].

#### **Питание от батареи**

При питании прибора от батареи яркость подсветки ЖК-дисплея автоматически снижается в целях сохранения энергии батареи. Через 15 секунд свечения яркость подсветки начнет плавно снижаться и приблизительно через 30 секунд подсветка будет выключена.

#### **Питание от внешнего источника**

При питании прибора с использованием внешнего сетевого

адаптера после включения подсветки ЖК-дисплея яркость ее будет оставаться максимальной, а ее автовыключение производиться не будет. При отключении внешнего питания для использования батареи яркость подсветки будет снижена, и будет производиться ее автовыключение.

## **Инструкция по эксплуатации**

### **Режим фиксации показания (HOLD)**

Этот режим позволяет оператору остановить изменение показания результатов измерения на ЖК-дисплее, сохраняя их до выключения этого режима.

Включение режима фиксации показания

Для фиксации показания на ЖК-дисплее нажмите кнопку **HOLD**.

При включении режима фиксации показания на дисплее будет отображен индикатор

**ДН**. При этом на основном и дополнительном индикаторах ЖК-дисплея будут сохранены показания результатов измерения, отображаемые перед нажатием кнопки **HOLD**.

Выключение режима фиксации показания

Для выключения режима фиксации показания, снова нажмите кнопку **HOLD**. Отображение индикатора **ДН** на ЖК-дисплее будет выключено и измеритель вернется к нормальному режиму работы.

### **Регистрация MAX, MIN и AVG значений (REC)**

При нестабильности результата измерения параметров проверяемого компонента или изменении во времени самого измеряемого параметра режим регистрации **MAX**, **MIN** и **AVG** значений поможет получить достоверный результат.

Этот режим используется для регистрации максимального, минимального и среднего значений.

Включение режима регистрации **MAX**, **MIN** и **AVG** значений

Нажмите и удерживайте некоторое время кнопку **REC** для включения режима регистрации. На ЖК- дисплее будет одновременно отображены индикаторы **MAX** **AVG** **MIN**. Это указывает на нахождение измерителя **LCR** в режиме регистрации **MAX**, **MIN** и **AVG** значений.

Управление режимом регистрации **MAX**, **MIN** и **AVG** значений

В режиме регистрации **MAX**, **MIN** и **AVG** значений

есть четыре состояния, циклически выбираемых с помощью кнопки REC (при этом функция **FREQ** недоступна) в следующей последовательности:

состояние регистрации → отображение максимального значения → отображение минимального значения → отображение среднего значения

#### Состояние регистрации

В этом состоянии по умолчанию будет находиться прибор сразу после включения режима регистрации. При этом ЖК-дисплее будет одновременно отображено **MAXAVGMIN**. При относительно стабильном результате измерения звуковой сигнал будет сопровождать каждое обновление зарегистрированных значений MAX, MIN и AVG.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Обновление зарегистрированных данных производится при отличии нового значения больше 1 %.

Отображение максимального значения Нажатием кнопки **REC** получите отображение на ЖК-дисплее индикатора **MAX**. Это указывает на показание на основном индикаторе дисплея зарегистрированного максимального значения.

Отображение минимального значения Нажатием кнопки **REC** получите отображение на ЖК-дисплее индикатора **MIN**. Это указывает на показание на основном индикаторе дисплея зарегистрированного минимального значения.

Отображение среднего значения Нажатием кнопки **REC** получите отображение на ЖК-дисплее индикатора **AVG**. Это указывает на показание на основном индикаторе дисплея зарегистрированного среднего значения.

#### **Выключение режима регистрации MAX, MIN и AVG значений**

Для выхода из этого режима нажмите и удерживайте кнопку **REC** до исчезновения с ЖК-дисплея любого из индикаторов **MAX**, **MIN** или **AVG**.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Изменение измеряемых величин параметров автоматически выключает режим регистрации MAX, MIN и AVG значений.

#### **Выбор измеряемой величины основного параметра L/C/R/Z**

При выборе режима измерения сначала следует выбрать измеряемую величину для основного параметра.

Каждое нажатие кнопки L/C/R/Z циклически меняет измеряемую величину параметра в следующей последовательности:

L (индуктивность) -> C (емкость) -> R (сопротивление) Z (импеданс).

**ЗАМЕЧАНИЕ** После изменения измеряемой величины для основного параметра дополнительный индикатор будет отображать текущее значение частоты испытательного сигнала. При необходимости отображения дополнительного *изменяемого* параметра нажмите кнопку D/Q/∅/ESR.

### **Выбор измеряемой величины дополнительного параметра D/Q/∅/ESR**

При необходимости с помощью кнопки D/Q/∅/ESR выберите измеряемую величину для дополнительного параметра.

Каждое нажатие кнопки D/Q/∅/ESR циклически меняет измеряемую величину параметра в следующей последовательности:

D (тангенс угла потерь) -> Q (скважность емкости) ∅ (угол фазы) -> ESR (сопротивление последовательной эквивалентной схемы).

Частота испытательного сигнала (FREQ)

Портативный измеритель LCR использует для измерения параметров импеданса компонента испытательный сигнал переменного тока, при этом важна его частота. Из-за не идеальности компонента и наличия распределенных параметров, влияния паразитных распределенных параметров измерительного входа прибора и соединительных проводов ряд измерений для одного и того же компонента при различных частотах испытательного сигнала может давать разные результаты. Поэтому нужную частоту следует установить до начала измерения.

Установка частот

Изменение частоты испытательного сигнала производится с помощью кнопки FREQ. Если на дополнительном индикаторе не отображается частота испытательного сигнала, то для отображения ее текущего значения следует нажать кнопку FREQ. Если на дополнительном индикаторе отображается частота, то при каждом нажатии кнопки частота испытательного сигнала будет изменяться в соответствии со

следующим рядом: **100, 120 Гц, 1кГц**

## Режим допускового контроля (TOL)

Режим допускового контроля специально предназначен для сортировки компонентов. При этом режиме на дополнительном индикаторе отображается отклонение от номинального значения значение в процентах.

Режим допускового контроля, номинальное значение, допуск действуют только для основных измеряемых параметров. Допуск для сортировки может быть выбран из следующего ряда: 1, 5, 10 или 20 %.

Данные, отображаемые на основном индикаторе, могут быть сохранены в качестве номинального значения. Отображаемое в процентах значение будет равно:

$$100 * (Mx - Nom) / Nom \%, \text{ где}$$

**Mx** - измеренное значение, отображаемое на основном индикаторе дисплея;

**Nom** - сохраненное номинальное значение. Значение в процентах используется для сортировки.

### Применение режима допускового контроля

Использование режима допускового контроля производится следующим образом.

1. Выберите нужный режим измерения для основного параметра с помощью кнопки L/C/R/Z
2. Задайте нужную частоту испытательного сигнала и режим последовательной/параллельной эквивалентной схемы.
3. При необходимости выполните процедуру калибровки (CLEAR).
4. Измерьте образцовый прибор или компонент с нужными характеристиками результат измерения, которого будет взят в качестве номинального значения.
5. При отображении нужного показания на ЖК- дисплее однократно нажмите кнопку TOL для сохранения показания в качестве номинального значения. В этот момент на ЖК-дисплее появится индикатор **TOL**, указывая на активность режима допускового контроля. Отклонение от номинального значения значение в процентах будет отображаться на дополнительном индикаторе.

**ЗАМЕЧАНИЕ** В качестве номинального значения может быть сохранено значение, *отображаемое* перед нажатием кнопки TOL на ЖК-дисплее, для любого

режима измерения основного параметра, включая показание значения MAX, MIN, AVG, в режиме фиксации и т.п.

6. Если сортировка компонентов не будет производиться, то это шаг можно пропустить. При необходимости сортировки с помощью кнопки TOL следует выбрать допуск из следующего ряда: 1 , 5, 10 или 20%, значение которого при этом будет показано на ЖК-дисплее.
7. Замена сортируемого компонента сопровождается звуковым сигналом: однократный - указывает на удовлетворение, измеренного параметра компонента допуску; трехкратный - указывает, что измеренный параметр компонента находится за пределами допуска.

**ОСТОРОЖНО! Перед измерением убедитесь, что конденсатор полностью разряжен. В противном случае измеритель LCR может быть поврежден.**

**Выключение режима допускового контроля** Длительное нажатие кнопки TOL выключает режим допускового контроля.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Изменение частоты испытательного сигнала, измеряемых величин основного или дополнительного параметра автоматически выключает режим допускового контроля.

Режим автовыбора LCR

Этот режим позволяет автоматически выбирать измеряемую величину для основного и дополнительного параметров, а также подходящий режим эквивалентной (последовательной/параллельной) схемы для L, C и R. Выбор производится на основании измеренного импеданса конкретного компонента. Это удобно при измерении смешанных и неизвестных компонентов.

Включение режима автовыбора LCR

Длительное нажатие кнопки AUTO включает режим автовыбора LCR. Отображение на ЖК- дисплее индикатора **AUTO** указывает на активность режима автовыбора LCR.

В режиме автовыбора LCR сопоставление между измеряемыми величинами дополнительного и основного параметров производится согласно следующему.

Таблица 1 Соответствие между измеряемыми величинами основного и дополнительного

параметров в режиме автовыбора LCR

Основной параметр	Дополнительный параметр
Емкость (C)	Тангенс угла потерь
Индуктивность	Скважность (Q)
Сопротивлен	Угол фазы ( $\theta$ )

В режиме автовыбора LCR режим последовательной/параллельной эквивалентной схемы выбирается по значению импеданса. Режим параллельной эквивалентной схемы выбирается при высоком импедансе, а последовательной - при низком.

Выключение режима автовыбора LCR

Длительное повторное нажатие кнопки **AUTO** выключает режим автовыбора LCR. Кроме того, автоматическое выключение режима автовыбора LCR происходит при изменении измеряемых величин дополнительного или основного параметров, режима эквивалентной схемы или частоты. После выключения режима автовыбора LCR индикатор **AUTO** не будет отображаться на ЖК-дисплее.

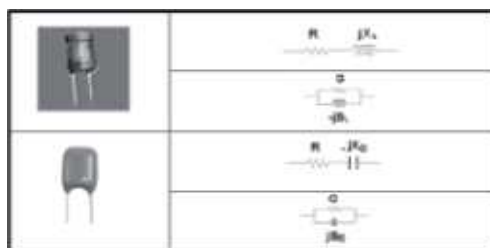
#### Скорость измерения (RATE)

Данный прибор дает возможность измерения с одну из двух скоростей: высокая (FAST) или низкая (SLOW). Высокая скорость измерения составляет около 4~5 измерений в секунду, а низкая - около 1.5 измерений в секунду. Стабильность результата измерения при низкой скорости выше.

Скорость измерения непосредственно переключается нажатием кнопки **RATE**. Индикатор **FAST** на ЖК-дисплее указывает на высокую скорость, а **SLOW** - на низкую.

#### Режим эквивалентной схемы

Неидеальные компоненты или компоненты с распределенными параметрами обычно представляются в виде схемы из комбинации идеальных компонентов. Имеется две простейшие эквивалентные схемы, используемые в Измерителях LCR: последовательная и параллельная.



### **Рисунок 8 Последовательная и параллельная эквивалентные схемы для индуктивности и емкости и параллельная**

*Правильный выбор эквивалентной схемы поможет улучшить результаты измерения. В общем случае последовательная эквивалентная схема предпочтительнее для компонентов с низким импедансом (до 100 Ом), в то время как параллельная эквивалентная схема лучше для компонентов с высоким импедансом (выше 10 кОм). Для компонентов с промежуточным импедансом выбор эквивалентной схемы незначительно влияет на результат измерения.*

Переключение режима эквивалентной схемы.

Переключение режима эквивалентной схемы осуществляется длительным нажатием кнопки  $P \leftrightarrow S$ . Индикатор PAL на ЖК-дисплее указывает на параллельную эквивалентную схему, а индикатор SER - на последовательную.

Режим эквивалентной схемы по умолчанию

При изменении измеряемой величины для основного параметр режим эквивалентной схемы изменяется вместе с ним.

Для измерения емкости и сопротивления по умолчанию устанавливается режим параллельной эквивалентной схемы (**PAL**), а для измерения индуктивности - режим последовательной эквивалентной схемы (**SER**).

#### **Меню утилит (UTIL)**

Измеритель LCR имеет меню утилит, позволяющее создавать пользовательскую конфигурацию настроек. Функции настроек и управления меню утилит маркированы синим цветом на кнопках передней панели. Три кнопки служат для непосредственного управления меню утилит: UTIL, ↑, ↓. В пользовательскую конфигурацию входят звуковое сопровождение нажатия кнопок, настройка таймера автовыключения, загрузка/сохранение настроек при включении питания, просмотр напряжения на батарее питания и т.п.

Вход в меню утилит

Длительное нажатие кнопки UTIL вызывает меню утилит. Основной индикатор ЖК-дисплея отображает пункт меню, а дополнительный индикатор - текущие настройки или параметры, которые можно изменять в данном пункте меню. После входа в меню утилит начальным отображаемым

пунктом меню всегда является **bEEP** (звуковой сигнал сопровождения кнопок).

Конфигурация и настройки

В таблице ниже приведено содержание меню утилит:

Таблица 2 Меню утилит: пункты, их настройки и параметры

Пункт меню	Настройки/Параметры
bEEP	ON / OFF
AoFF	5 /15 /30 /60 /OFF
PuP	PrE / Set
dEF	YES / NO
bAtt	напряжение на батарее

С помощью этих пунктов меню выполняются следующие настройки:

- звукового сигнала сопровождения кнопок (bEEP);
- автовыключения питания (AoFF);
- пользовательской конфигурации настроек при включении питания

(PuP);

- загрузка настроек по умолчанию (dEF);
- индикация напряжения на батарее питания (bAtt).

Выбор различных пунктов меню производится нажатием кнопки UTIL. Для изменения настроек и параметров используйте кнопки направления ↑ и ↓ При каждом нажатии кнопки UTIL измеритель LCR будет циклически перебирать пункты меню в следующем порядке:

**bEEP**→ **AoFF**→ **PuP**→ **dEF**→ **bAtt**

**ЗАМЕЧАНИЕ** Изменение параметров настройки имеет последующее действие в зависимости от способа выхода из меню утилит: сохранение и выход или выход без сохранения (более детально см. раздел "Выход из меню утилит").

**Настройка звукового сигнала (bEEP)**

Пункт меню **bEEP** позволяет оператору включить или выключить звуковое сопровождение нажатия кнопок.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Этот пункт меню позволяет выключить только звуковое сопровождение нажатия кнопок и не действует на звуковой сигнал в режиме допускового контроля, регистрации MAX, MIN и AVG значений, а также предупреждения о скором автовыключении питания.

С помощью кнопок ↑ и ↓ включите (**ON**) или выключите (**OFF**) звук. Эта настройка будет действовать немедленно. Но она не будет сохранена

при выходе без сохранения из меню утилит. Если эта настройка должна действовать при последующих включениях прибора, то следует выбрать сохранение и выход из меню утилит.

Настройка по умолчанию: **ON**.

### Настройки автовыключения (AoFF)

Пункт меню **AoFF** позволяет оператору настроить таймер автовыключения. Доступные настройки таймера: 5/15/30/60 (мин.)/OFF. При отображении на основном индикаторе дисплея **AoFF** с помощью кнопок направления ↑ и ↓ выберите нужное время работы таймера. Настройка будет отображаться на дополнительном индикаторе (см. таблицу 3). При активной функции **AoFF** таймер непрерывно производит отсчет; при достижении установленного времени измеритель LCR подаст непрерывный звуковой сигнал для напоминания о скором автовыключении. Нажатие любой кнопки до автовыключения заставляет таймер начать отсчет заново.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Автовыключение действует только для питания от батареи.

**ЗАМЕЧАНИЕ** При активной функции автовыключения на ЖК-дисплее индикатор **OFF** указывает на работу таймера. **ЗАМЕЧАНИЕ** Автовыключение временно не действует при включении любого из режимов допускового контроля (**TOL**), регистрации **MAX**, **MIN** и **AVG** значений (**REC**) и дистанционного управления (**RMT**). И вновь активируется при выходе из указанных режимов.

Таблица 3 Настройки автовыключения

Дополнительный индикатор	Комментарий
5	5 минут
15	15 минут
30	30 минут
60	60 минут
OFF	выключение питания только вручную

Эта настройка будет действовать немедленно. Но она не будет сохранена при выходе без сохранения из меню утилит. Если эта настройка должна действовать при последующих включениях прибора, то следует выбрать сохранение и выход из меню утилит.

Настройка по умолчанию: **5**

### Сохранение настроек, загружаемых при последующем включении прибора (PuP)

Пункт меню **PuP** позволяет оператору сохранить в энергонезависимой памяти прибора конфигурацию настроек,

загружаемых при последующем включении питания измерителя LCR. При этом сохраняются следующие настройки:

- измеряемая величина основного параметра (L/C/R);
- измеряемая величина дополнительного параметра (D/Q);
- состояние режима автовыбора LCR;
- режим эквивалентной схемы (последовательная/параллельная);
- частота испытательного сигнала;
- режим допускового контроля;
- номинальное значение для режима допускового контроля;
- скорость измерения.

В меню утилит с помощью кнопок  $\uparrow$  и  $\downarrow$  выберите **PrE** или **SEt**. **PrE** означает сохранение предыдущих настроек, а **SEt** - сохранение текущих настроек, т.е. удаление предыдущих.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Вариант выхода из меню утилит определяет, будет ли выполнена установка **SEt**.

**SEt** не будет эффективна при выходе без сохранения, и наоборот **SEt** будет эффективна при выходе с сохранением.

Настройка по умолчанию: **PrE**

### **Сохранение настроек для загрузки при включении питания**

Выполните следующее.

1. Перед входом в меню утилит сначала настройте все параметры измерения: частота, режим для основного и дополнительного измеряемых параметров. Если прибор уже находится в меню утилит, сначала выйдите из него и выполните указанные настройки измерения.
2. Нажмите и удерживайте некоторое время кнопку **UTIL** для вызова меню утилит. С помощью кнопки **UTIL** пропустите предлагаемые функции и получите отображение **PuP** на основном индикаторе дисплея.
3. Для сохранения текущих настроек в энергонезависимой памяти (для последующей загрузки при включении питания) с помощью любой из кнопок  $\uparrow$  или  $\downarrow$  получите на дополнительном индикаторе отображение **SEt**.
4. Нажмите **UTIL** для проверки, выполнены ли все нужные настройки.

Затем выйдете из меню продолжительным нажатием кнопки UTIL.

5. После чего прибор сохранит все текущие настройки в энергонезависимой памяти, и при последующем включении питания сохраненные настройки будут загружены.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Аналогичная процедура используется для перезаписи нового варианта настроек в энергонезависимой памяти.

### **Предотвращение перезаписи сохраненной конфигурации настроек**

В меню утилит пункт **PuP** по умолчанию всегда имеет установку **PrE**. При необходимости перезаписи ранее сохраненной конфигурации настроек, загружаемых при включении питания прибора, следует изменить установку на **Set**. Поэтому, входя из меню утилит, убедитесь, что случайно не изменили установку на **Set** во избежание нежелательного уничтожения нужной конфигурации настроек.

Возврат к настройкам производителя (dEF) Пункта меню утилит **dEF** позволяет вернуть прибор к настройкам производителя, перечень и конфигурация которых приведены в следующей таблице.

Таблица 4 Настройки производителя

<b>Настройки</b>	<b>Значение по умолчанию</b>
Измеряемая величина для основного параметра	Емкость (C)
Измеряемая величина для дополнительного параметра	частота (None)
Режим автовыбора LCR	выключен (Off)
Режим эквивалентной схемы	последовательная (SER)
Частота испытательного сигнала	1 кГц
Скорость измерения	медленная (SLOW)
Режим допускового контроля	выключен (Off)
Звуковой сигнал кнопок	включен (On)
Время до автовыключения	5 минут
Сохраненные настройки измерения	отсутствуют
Сохраненные настройки меню утилит	отсутствуют

В пункте меню утилит **dEF** с помощью кнопки ↑или ↓ выберите **NO** или **yES**. **NO** означает, что прибор не будет возвращен к настройкам производителя. **yES** означает возврат прибора к настройкам производителя и очистку памяти пользовательских настроек.

Настройка по умолчанию: **No**

**ЗАМЕЧАНИЕ** Вариант выхода из меню утилит также влияет на возврат к настройкам производителя: выход без сохранения

аннулирует операцию. Для выполнения возврата к настройкам производителя следует выбрать для выхода из меню утилит сохранение и выход. **ЗАМЕЧАНИЕ** Если одновременно в пункте меню **PiP** выбрать **Set**, а в пункте меню **dEF** выбрать **yES**, то настройка **PiP** имеет приоритет над **dEF**. Это значит, что прибор не будет возвращен к настройкам производителя, даже при выходе из меню утилит с сохранением. Вместо этого параметры настройки будут сохранены и загружены при последующем включении питания прибора.

Индикации напряжения на батарее питания (bAtt) При выборе пункта меню утилит **bAtt** на дополнительном индикаторе ЖК-дисплея будет для сведения отображаться напряжение на батарее питания.

**Выход из меню утилит** Имеется два варианта выхода из меню утилит: сохранение и выход и выход без сохранения. В первом случае перед выходом сохраняются все выполненные изменения, во втором - нет.

Сохранение и выход

Для выхода из меню утилит с сохранением всех настроек нажмите и удерживайте некоторое время кнопку UTIL. Измеритель LCR выйдет из меню.

При этом будут выполнены процедуры **PuP** и **dEF** и все настройки будут сохранены.

Сохранение настроек производится во встроенной энергонезависимой памяти, поэтому при выключении питания они не будут потеряны и могут использоваться при последующих включениях прибора.

Такие настройки как **БEEP** и **АoFF** не сохраняются в энергонезависимой памяти, действуют только до выключения питания.

Выход без сохранения

Выйти из меню утилит без сохранения настроек и выполнения

процедур **РиР** и **dEF** можно простым нажатием любой из кнопок передней панели, кроме UTIL, ↑, ↓ и POWER. Процедуры **РиР** и **dEF** не будут выполнены.

### Функции калибровки (CLEAR)

Имеется две функции калибровки **CLEAR**: в состоянии холостого хода (XX) и при коротком замыкании (КЗ). Калибровка позволяет снизить ошибку, вносимую распределенными параметрами соединительных проводов, например, функция калибровки при коротком замыкании (КЗ) поможет снизить влияние контактного сопротивления и сопротивления соединительных проводов, а функция калибровки в состоянии холостого хода (XX) минимизирует влияние распределенной емкости и поверхностного сопротивления изоляции.

Вызов функции калибровки

Для удобства обе функции калибровки вызываются одной кнопкой. При нажатии кнопки CLEAR измеритель LCR сам автоматически выбирает функцию калибровки в состоянии холостого хода (XX) или при коротком замыкании (КЗ)

Калибровка в состоянии холостого хода (XX)

Сначала следует установить частоту испытательного сигнала для калибровки и убедиться, что ни к чему не подключены входы фиксатора, соединительных проводов или гнезда для подключения компонентов. Нажмите кнопку для запуска калибровки. Через незначительное время для автоматической оценки состояния входа на дополнительном индикаторе ЖК-дисплея появится сообщение **OPEN**. Для повторного выполнения калибровки в состоянии холостого хода (XX) следует еще раз нажать кнопку CLEAR

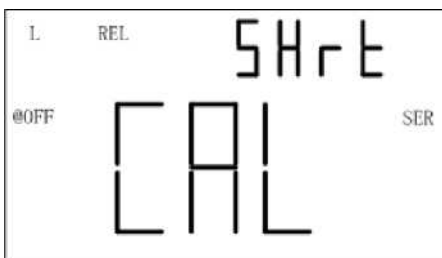
**ЗАМЕЧАНИЕ** Показание "----" на дополнительном индикаторе указывает, что вход прибора не находится в состоянии холостого хода (XX) и данная функция калибровки не может быть выполнена.



Рисунок 9 Калибровка в состоянии холостого хода (XX)

**Калибровка при коротком замыкании (КЗ)** Сначала следует установить частоту испытательного сигнала для калибровки и установить закорачивающую пластину в измерительные гнезда. При использовании фиксатора или соединительных проводов закорачивающей пластиной следует замкнуть их входные клеммы. Нажмите кнопку **CLEAR** для запуска калибровки. Через незначительное время для автоматической оценки состояния входа на дополнительном индикаторе ЖК-дисплея появится сообщение **SHrT**. Для повторного выполнения калибровки при коротком замыкании (КЗ) следует еще раз нажать кнопку **CLEAR**.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Показание "----" на дополнительном индикаторе указывает, что вход прибора не находится в состоянии короткого замыкания (КЗ) и данная функция калибровки не может быть выполнена.



**Рисунок 10 Калибровка при коротком замыкании (КЗ)**

**Краткая инструкция по калибровке** Ниже приводится пошаговая процедура калибровки в состоянии холостого хода (XX) и при коротком замыкании (КЗ):

1. Выберите измеряемые величины основного и дополнительного параметра;
2. Установить частоту испытательного сигнала;
3. Выберите режим эквивалентной схемы;
4. Выполните калибровку при разомкнутых входных контактах;
5. Выполните калибровку при замкнутых входных контактах;
6. Подключите интересующий объект для измерения после калибровки.

#### **ЗАМЕЧАНИЕ**

Данные калибровки охраняются только в оперативной памяти (RAM), поэтому теряются после выключения питания. Следовательно, калибровка должна быть первой процедурой после

включения питания прибора и должна предварять измерение. Данные калибровок, выполненные при разных частотах испытательного сигнала, хранятся в памяти отдельно и не теряются при смене частоты (например, если калибровка была выполнена при частоте испытательного сигнала 1 кГц, то после изменения частоты и возврата к 1 кГц повторная калибровка не требуется).

Калибровка не зависит от измеряемых величин обоих параметров и режима эквивалентной схемы. Прибор калибруется с точки зрения общего импеданса.

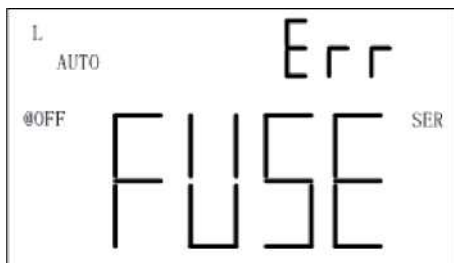
После длительного использования на измеритель LCR будут влиять изменения температуры среды и контактного сопротивления, изменение параметров соединительных проводов и фиксаторов. В этом случае для обеспечения точности измерений следует повторить калибровку.

#### **Дистанционное управление (RMT)**

Кнопка RMT позволяет использовать дистанционное управление (более детально см. раздел "Использование дистанционного управления").

Повреждение плавкого предохранителя

Этот измеритель LCR имеет встроенный плавкий предохранитель в цепи испытательного сигнала, защищающий внутренние компоненты прибора от серьезного повреждения. При выходе из строя плавкого предохранителя на основном индикаторе дисплея появится сообщение **FUSE**, и прибор оповестит об этом непрерывным звуковым сигналом. В этой ситуации ни одна из кнопок функций не будет действовать, а прибор будет полностью неработоспособен.



**Рисунок 11 Вид дисплея при выходе из строя предохранителя**

*При появлении сообщения, показанного на рисунке выше, следует выключить измеритель LCR с помощью кнопки питания. Если это сделать не удалось, отключите от прибора внешний*

*сетевой адаптер и/или удалите батарею питания из прибора. Обратитесь за помощью по замене предохранителя и обслуживанию прибора в сервисное подразделение нашей компании или дистрибьютору, осуществляющему ремонт.* ЗАМЕЧАНИЕ Индикация повреждения плавкого предохранителя может быть также вызвана повреждением прибора и отсутствием испытательного сигнала.

## Краткий курс использования прибора

### ВНИМАНИЕ!

- Не допускается измерение на не полностью разряженном конденсаторе. Подключение заряженного или с остаточным зарядом конденсатора к входным разъемам прибора приведет к его повреждению.
- До подключения для измерения соединительных проводов к цепям непосредственно в схеме последняя должна быть полностью обесточена.
- При использовании прибора при наличии пыли следует регулярно производить чистку прибора. Электрическая проводимость накопленной пыли, в конечном счете, повлияет на эксплуатацию измерителя LCR.
- Не допускается нахождение измерителя LCR в условиях повышенной взрывоопасности,
  - прямого солнечного света и повышенной температуры.
  - • Перед демонтажем крышек прибора убедитесь, что он отключен от любых цепей, во входных гнездах отсутствует любой объект измерения, и питание измерителя LCR выключено.
- ЗАМЕЧАНИЕ Для достижения оптимальной точности перед измерением выполните калибровку (более детально описание см. в разделе “Функции калибровки (CLEAR)”).

### Измерение индуктивности

1. Для включения прибора нажмите и удерживайте около 2 секунд кнопку включения питания.
2. Нажатием кнопки L/C/R/Z
3. Получите отображение индикатора **L** для выбора измерения индуктивности.

Вставьте выводы компонента индуктивности в измерительные гнезда или подключите ее с помощью соответствующих принадлежностей (измерительные провода штекер-“крокодил”, четырехпроводный фиксатор Кельвина, щупы-пинцет для компонентов поверхностного монтажа и т.п.).  
Смотри рисунки 12 и 13.

Нажатием кнопки **FREQ** получите отображение на экране нужного значения

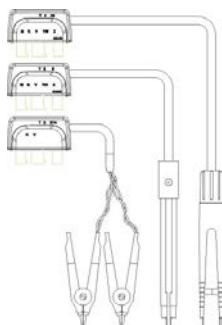
испытательного сигнала.

1. Нажатием кнопки **|D/Q/Θ/ESR|** выберите нужный измеряемый дополнительный параметр.
2. Прочитайте на ЖК-дисплее значение измеренной индуктивности.



**Рисунок 12** Измерение индуктивности

На следующем рисунке показаны четырехпроводные фиксаторы.



**Рисунок 13** Четырехпроводные фиксаторы

### Измерение емкости

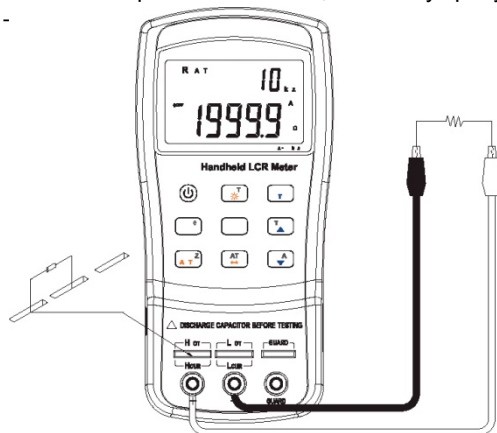
**⚠ ОСТОРОЖНО!** Перед проведением измерения убедитесь,

что конденсатор был полностью разряжен.

Для включения прибора нажмите и удерживайте около 2 секунд кнопку включения питания.

2. Нажатием кнопки L/C/R/Z получите отображение индикатора R для выбора измерения сопротивления.
3. Вставьте выводы резистор в измерительные гнезда или подключите его с помощью соответствующих принадлежностей (измерительные провода штекер-“крокодил”, четырехпроводный фиксатор Кельвина, щупы-пинцет для компонентов поверхностного монтажа и т.п.). Смотри рисунки 12 и 13.
4. Нажатием кнопки FREQ получите отображение на экране нужного значения частоты испытательного сигнала.
5. Нажатием кнопки D/Q/θ/ESR выберите нужный измеряемый дополнительный параметр.
6. Прочитайте на ЖК-дисплее значение измеренного сопротивления.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Для измерения сопротивления прибор использует сигнал переменного тока, поэтому результат измерения -



**Рисунок 15 Измерение сопротивления  
Измерение импеданса**

1. Для включения прибора нажмите и удерживайте около 2 секунд кнопку включения питания.
2. Нажатием кнопки **L/C/R/Z** получите отображение на экране индикатора **Z** для выбора импеданса.
3. Вставьте выводы компонента (резистор, конденсатор или компонент индуктивности) в измерительные гнезда или подключите его с помощью соответствующих принадлежностей (измерительные провода штекер-“крокодил”, четырехпроводный фиксатор Кельвина, щупы-пинцет для компонентов поверхностного монтажа и т.п.).  
Смотри рисунки 12 и 13. Нажатием кнопки **FREQ** получите отображение на экране нужного значения испытательного сигнала.
4. Нажатием кнопки **D/Q/θ/ESR** выберите нужный измеряемый дополнительный параметр.
5. Прочитайте на ЖК-дисплее значение измеренного импеданса.

## 6. Дистанционное управление

Этот измеритель LCR имеет возможность обмена информацией с компьютером PC через интерфейс USB. После установки драйвера USB компьютер PC может управлять измерителем и собирать результаты измерений через виртуальный последовательный порт.

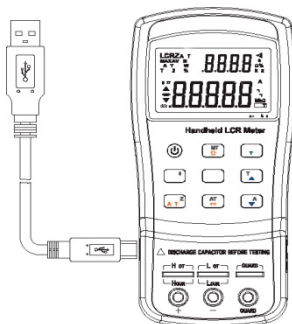
### Подключение прибора к компьютеру PC

Для подключения прибора к компьютеру PC выполните следующее.

1. Установите драйвер USB.
2. Подключите один разъем кабеля мини-USB к измерителю LCR, а другой его разъем к свободному USB порту компьютера PC. Для включения прибора нажмите и удерживайте около 2 секунд кнопку включения питания.
3. Пропустите следующий пункт, если драйвер уже был установлен.
4. Когда Windows обнаружит подключенное новое USB устройство, то компьютер PC предложит установить для него драйвер. Закройте программу мастера по установке драйверов Windows и установите драйвер вручную, запустив прилагаемую программу `FastAccess_setup.exe`.
5. По завершении установки драйвера Windows

создаст виртуальный последовательный порт и присвоит ему номер. Более детальную информацию о нем можно посмотреть на соответствующей вкладке Свойства с помощью Диспетчера устройств Windows.

6. Запустите программное обеспечение (например, FastAccess) для связи с измерителем LCR и используйте в нем присвоенный номер последовательного порта.



**Рисунок 16 Подключение прибора к компьютеру PC**

Настройка виртуального последовательного порта

Ниже для приборов серии МЕГЕОН 14028 приводится конфигурация настроек последовательного порта, связанного с измерителем LCR:

- скорость (бит/с): 9600;
- биты данных: 8;
- четность: нет;
- стоповые биты: 1;
- управление потоком: нет.

После установки драйвера USB проверьте и при необходимости восстановите в Windows, указанную выше конфигурацию настроек, следующим образом.

ПУСК → Панель управления → Система → Оборудование → Диспетчер устройств → Порты → Последовательный порт → Свойства → Параметры порта

Использование дистанционного управления

При наличии связи с компьютером кнопка RMT позволяет

выполнять следующее:

- переключение от местного к дистанционному управлению;
- при управлении с передней панели измерителя LCR включает режим автопосылки данных;
- выключает режим автопосылки данных при активном его состоянии.

**ЗАМЕЧАНИЕ** режим автопосылки предполагает автоматическую отправку результатов измерения без необходимости запроса компьютера.

Режим дистанционного управления

После принятия любой команды от компьютера PC измеритель LCR будет автоматически переведен в режим дистанционного управления. При этом на ЖК-дисплее будет отображен индикатор **RMT**. Это указывает, что действие всех кнопок передней панели, кроме кнопок RMT и POWER, будут заблокированы. Если измеритель LCR находился в режиме автопосылки, то после получения команды дистанционного управления режим автопосылки будет выключен.

Иными словами, по отношению к режиму автопосылки и местному управлению с передней панели дистанционное управление имеет приоритет.

Для выхода из режима дистанционного управления нажмите кнопку RMT. Когда индикатор RMT на ЖК-дисплее будет погашен, измеритель LCR вернется к управлению с передней панели.

**ЗАМЕЧАНИЕ** В случае блокировки местного управления с передней панели кнопка RMT также не будет действовать (более детально см. описание команды \*LLO в разделе “Справочник команд”).

Нажмите кнопку RMT для изменения состояния режима автопосылки, если измеритель LCR не находится в режиме дистанционного управления. См. ниже.

Режим автопосылки

Если измеритель LCR не находится в режиме дистанционного управления, то можно включить режим автопосылки. При этом измеритель LCR автоматически будет посылать данные в компьютер PC после каждого измерения. Компьютер PC будет получать данные непосредственно, не посылая никакие команды. Это позволяет весьма просто организовать регистрацию данных.

### Включение/выключение режима автопосылки

Если измеритель LCR не находится в режиме дистанционного управления, то включение или выключение режима автопосылки производится нажатием кнопки **RMT**. В режиме автопосылки каждое мигание индикатора **RMT** указывает на передачу результата измерения.

**ЗАМЕЧАНИЕ** Режим автопосылки отключается дистанционным управлением при получении измерителем команды. Для восстановления режима автопосылки после посылки команды, сначала нажмите кнопку **RMT** для возврата режима управления с панели прибора, а затем включите режим автопосылки повторным нажатием кнопки **RMT/Протоколы команд**

### **Краткий обзор**

Приборы серии **МЕГЕОН-14028** поддерживают команды SCPI в форме строки символов ASCII с указанным далее в этом руководстве символом завершения строки, передающей команды управления или возвращающей информацию ответа на запрос и данные.

Использование команд SCPI обеспечивает удобство программирования взаимодействия компьютера PC и измерителя LCR. Формат команд легок для понимания и использования и соответствует спецификациям.

### Общие команды

Стандарт IEEE 488 определяет так называемые “общие команды”, используемые для всех видов измерительных приборов. Общие команды обычно сопровождаются символом звездочка “\*” и могут содержать параметры. Некоторые примеры общих команд: \*IDN?, \*GTL, \*LLO. Прибор поддерживают несколько общих команд (более детально описание см. в разделе “Справочник команд”).

### **Символ завершения строки кода**

Символ завершения строки кода - это символ, посылаемый прибору и указывающий на завершение отправленной строки команды. Только после получения этого символа прибор начнет анализ полученной строки команды. В качестве символа завершения строки кода может быть использовано следующее:

<CR> (возврат каретки, ODh в коде ASCII);

<LF> (перевод строки, 0Ah в коде ASCII); <CR><LF>

### Возвращаемый результат

После обработки команды-запроса измеритель LCR возвращает ответ в следующем формате <результат> + <CR> <LF>

CR - возврат каретки, а LF - перевод строки.

Например, на запрос результатов измерения ответ будет иметь следующий вид:

<данные измерения основного параметра, данные измерения дополнительного параметра, погрешность> <CR> <LF>

Типы данных

Ниже таблица 4 поясняет различные типы данных, передаваемых в виде символов ASCII.

Таблица 4 Типы данных

Обозначение типа	Пояснение	Пример
<NR1>	целое число	+800, -200, 100, -50
<NR2>	Действительное число	+1.56, -0.001, 10.5
<NR3>	действительное число в экспоненциальной форме	+2.345678E+04, -1.345678E-01
<логика>	логическое (Булево) выражение; на команду-запрос всегда возвращается "0" или "1"	ON или OFF
<символы>	строка символов, используемая как параметры команды в короткой буквенной форме	HOLD

Соглашение по используемым символам

### Синтаксис команд

Ниже приведены символы являющиеся частью команды.

Символ	Комментарий
:	двоеточие указывает на переход к команде следующего уровня
;	точка с запятой разделяет две команды одного уровня

*	звездочка указывает на общую команду
,	запятая является разделителем в группе параметров
?	знак вопроса указывает на запрос
	пробел отделяет команду от параметров
!f ??	ссылка

Поясняющие символы при описании команды в этом руководстве

Ниже приведены символы, используемые для описания формата команды. Эти символы не являются частью команды.

Таблица 5 Поясняющие символы

Символ	Комментарий
[]	опция; может быть опущена
	отображает ИЛИ
< >	определенный элемент
__ () __	комментарий

Аббревиатура, прописные и строчные буквы в написании команд

1. Имеется два формата написания команд: полный и сокращенный (аббревиатура). В данном руководстве приводится полный формат написания команд, в котором прописными буквами выделена часть, описывающая сокращенный формат. При посылке действие полного и сокращенного форматов одинаково.
2. Аббревиатура команд обычно содержит 4 символа. Любое сокращение, отсутствующее в перечне команд воспринимается как ошибка (неизвестная команда).
3. Прописные и строчные буквы в строке команд безразличны и воспринимаются прибором одинаково.

**Справочник команд**

**Общие команды**

\*LLO Блокировка местного управления: не действуют все кнопки передней панели, включая кнопку RMT, (кроме кнопки питания).

\*GTL

Переход к местному управлению и его разблокировка. После отправки команды \*LLO посылка этой команды - единственный способ вернуться к управлению с передней панели.

\*TRG

Запуск для измерения. В виду постоянного автозапуска у

данного измерителя команда \*TRG - бесполезна.  
Описание поддерживаемых команд стандарта SCPI

### **FREQuency**

#### **FREQuency <число>**

Описание: установить частоту  
испытательного сигнала

Параметры: 100,120, 1000,10000, 100000 или 100hz, 120hz, 1  
khz, 10khz, 100khz (зависит от модели)

Пример: FREQuency 100hz

Устанавливает частоту 100 Гц

#### **FREQuency?**

Описание: запрос частоты испытательного сигнала

Ответ: <100hz, 120hz, 1khz, 10khz или  
100khz>

### **FUNCtion**

#### **FUNCtion: impa < L | C | R | Z >**

Описание: установить основной параметр

Пример: FUNCtion: impa L

Устанавливает L как основной параметр

#### **FUNCtion: impa?**

Описание: запрос измеряемой величины  
основного параметра

Ответ: <L, C, R, Z, NULL>

#### **FUNCtion: impb < D | Q | THETA | ESR >**

Описание: установить дополнительный параметр

Пример: FUNCtion: impb D

Устанавливает D как дополнительный  
параметр

#### **FUNCtion: impb?**

Описание: запрос измеряемой величины дополнительного параметра

Ответ: <D, Q, THETA, ESR, NULL>

**FUNCtion: EQUIvalent <SERies|parallel|PAL>** Описание: установить

эквивалентную схему параметры: SERies — последовательная,

Parallel — параллельная,

PAL — параллельная Пример: FUNCtion: EQUIvalent

SERies

Устанавливает последовательную эквивалентную схему

#### **FUNCtion: EQUIvalent?**

Описание: запрос эквивалентной схемы

Ответ: <SER, PAL>

### **CALCulate**

**CALCulate: TOLerance: STATe < ON | OFF >**

Описание: включение или выключение режима допускового контроля

Пример: CALCulate: TOLerance: STATe ON Выключает режим допускового контроля

#### **CALCulate: TOLerance: STATe?**

Описание: запрос состояния режима допускового контроля

Ответ: <ON, OFF>

#### **CALCulate: TOLerance: NOMinal?**

Описание: запрос номинального значения

Ответ: <NR3 или ---->

(“----” - превышение диапазона)

#### **CALCulate: TOLerance: VALUe?**

Описание: запрос отклонения в процентах

Ответ: <NR3 или ---->

(“----” - превышение диапазона)

**CALCulate: TOLerance: RANGe** <1|5|10|20>\_Описание: установка допуска 1,5, 10 или 20 % (20 %: некоторые моделей) **Пример:**

#### **CALCulate: TOLerance: RANGe 1**

Устанавливает допуск 1 %

#### **CALCulate: TOLerance: RANGe?**

Описание: запрос допуск

Ответ: <BIN1, BIN2, BIN3, BIN4 или ---->

(“----” - превышение диапазона)

**CALCulate: RECOding: STATe < ON | OFF >** Описание: включение или выключение регистрации MAX, MIN и AVG значений

Пример: CALCulate: RECOding: STATe ON

Выключает регистрацию MAX, MIN и AVG

#### **CALCulate: RECOding: STATe?**

Описание: запрос состояния регистрации MAX, MIN и AVG значений

Ответ: <ON или OFF>

#### **CALCulate: RECOding: MAXimum?**

Описание: запрос максимального зарегистрированного значения

Ответ: <NR3, NR3 или ----> (основной и дополнительный параметры,

“----” - превышение диапазона или отсутствие

зарегистрированного значения)

#### **CALCulate: RECOding: MINimum?**

Описание: запрос минимального

Ответ:

зарегистрированного значения <NR3, NR3 или ----> (основной и дополнительный параметры, “----” - превышение диапазона

или отсутствие зарегистрированного значения)

#### **CALCulate: RECOding: AVERage?**

Описание: запрос среднего

Ответ:

зарегистрированного значения

<NR3, NR3 или----- > (основной и

дополнительный параметры,

“-----” - превышение диапазона или отсутствие зарегистрированного значения)

### **CALCulate: RECording: PRESent?**

Описание: запрос текущего значения функции регистрации

Ответ: <NR3, NR3 или ----> (основной и дополнительный параметры, “----” - превышение диапазона или отсутствие зарегистрированного значения)

FETCH

### **FETCH?**

Описание: запрос результата измерения.

Ответ: <NR3, NR3, NR1 > - основной параметр, дополнительный параметр и отклонение от номинала.

Пример: FETCH?

## ***Перечень поддерживаемых команд стандарта SCPI***

Таблица 6 Перечень поддерживаемых команд стандарта SCPI

Команда	Параметр	Комментарий
FREQuency	<число>	установка частоты испытательного сигнала
FREQuency?		запрос частоты испытательного сигнала

FUNCTION		
: impa	<символы>	установка основного отображаемого параметра
: impa?		запрос основного отображаемого параметра
: impb	<символы>	установка дополнительного отображаемого параметра
: impb?		запрос дополнительного отображаемого параметра

: EQUivalent	<символы>	установка эквивалентной схемы
: EQUivalent?		запрос эквивалентной схемы
CALCulate		
: TOLerance		
: STATE	<логика>	включение или выключение режима до пускового контроля
: STATE?		запрос состояния режима до пускового контроля
: NOMinal?		запрос номинального значения
: VALUe?		запрос отклонения в процентах
: RANG	<число>	установка допуска
: RANGe?		запрос допуска
: RECOding		
: STATE	<логика>	включение или выключение регистрации MAX, MIN и AVG значений
: STATE?		запрос состояния регистрации MAX, MIN и AVG значений
: MAXimum?		запрос максимального зарегистрированного значения
: MINimum?		запрос минимального зарегистрированного значения
: AVERage?		Запрос среднего зарегистрированного значения
: PRESent?		запрос текущего значения функции регистрации
FETCH?		запрос результата измерения

#### Коды ошибок

Если полученная измерителем от компьютера команда или параметры содержат ошибки, то анализ и выполнение команды будет прекращено. О чем оповестит звуковой сигнал, а на ЖК-дисплее будет показан код ошибки.

Ниже приведены значения отображаемых кодов ошибок:

E0: неизвестная команда;

E11: ошибка параметра;

E12: синтаксическая ошибка.

## Характеристики

Ниже приведены основные характеристики и характеристики точности, применимые для всех приборов серии **МЕГЕОН - 14028**.

**Характеристики подлежат изменению без уведомления.**

**\*ЗАМЕЧАНИЕ** 120 Гц - номинальное значение частоты, фактическое значение частоты - 120.048 Гц.

**Основные характеристики**

<b>Функции</b>	
Измеряемые величины	основной параметр: L/C/R/Z дополнительный параметр: D/Q/0/ESR
Режим эквивалентной схемы	последовательная/ параллельная схема
Режим выбора измеряемого параметра ( <b>ICIB</b> )	ручной, автовыбор
Режим выбора диапазона	автоматический
Измерительные входы	3-контактные, 5-контактные
Скорость измерения	4 или 1.5 измерения/с
Калибровка	в состоянии холостого хода (XX) и при коротком замыкании (KЗ)
Допуск при сортировке	1, 5, 10, 20%
Плавкий предохранитель	0.1 A/63В
Интерфейс	мини-USB (виртуальный последовательный порт)
<b>Параметры испытательного сигнала</b>	
Частота	100, *120 Гц, 1
Уровень	0.6 в, среднеквадратическое
Выходной импеданс	100 Ом
<b>Дисплей</b>	
	жидкокристаллический (ЖК), двухиндикаторный (отображение двух измеряемых параметров: основной, дополнительный)
Подсветка (зависит от модификации)	питание от батареи: яркость 50 % через 15 с, автовыключение через 30 с. Внешнее питание: вкл./выкл. только вручную

Показание	макс. показание основного параметра: 40,000; мин. разрешение дополнительного параметра: 0.0001 (D/Q/0)		
Мин. основная погрешность	0.25 % (более детально см. раздел "Характеристики точности")		
Основной параметр	отображаемый диапазон и разрешение (см. раздел "Характеристики точности")		
Дополнительный параметр		Отображаемый диапазон	Разрешение
	ESR	0.0000 - 999.9	0.0001
	D	0.0000 - 9.999	0.0001
	Q	0.0000 - 9999	0.0001
	0	-179.9°-179.9°	0.01°
<b>Питание</b>			
Батарея питания	тип IEC 6LR61 (9 В, щелочная)		
Сетевой адаптер	вход: 220 В ( $\pm 10$ %), 50 Гц ( $\pm 5$ %) выход: 12-15 В, постоянный ток		
Потребляемый ток (подсветка ЖК-дисплея выключена)	не больше 28 мА типичное: 25 мА (тестовый сигнал 1 кГц, нагрузка 100 Ом)		
Потребляемый ток в состоянии автовыключения	не больше 2 мкА (модели без зарядки аккумулятора)		
Время работы от батареи	типичное: 16 часов (подсветка ЖК-дисплея выключена, свежая щелочная батарея)		
Автовыключение (только при батарейном)	5, 15, 30, 60 мин. или функция выключена (OFF); установка производителя 5 мин.		
Индикация разряженной батареи	отображается на ЖК-дисплее при снижении напряжения на батарее ниже 6.8 В		
<b>Общие</b>			
Условия эксплуатации	температура	0-40 °С	
	отн. влажность	не больше 90 %	
Масса	350 г		
Размеры (В x Ш x Д)	190x90x41 мм		

Соответствие стандартам безопасности и ЭМС	IEC 61010-1: 2001 IEC 61326-2-1: 2005
--	---------------------------------------

**Характеристики точности Замечания:**

1. Условия среды: температура (23±5) °C; относительная влажность не больше 75 %.
2. Результаты действительны после 10 минут прогрева.
3. Погрешности измеряются при непосредственном подключении образцов к измерительному порту на передней панели прибора.
4. Измерения производятся после калибровки в состоянии холостого хода (ХХ) и при коротком замыкании (КЗ).
5. Проверка погрешности проводится в рекомендуемом режиме эквивалентной схемы.
6. Погрешность указана как:
7. ±(% от показания + число значений единицы младшего разряда)
8. Фактический диапазон измерения и отображаемого результата может превысить диапазоны, указанные в следующей таблице, но погрешность результата измерения при этом не гарантируется.
9. Значение подстрочных индексов:  
s — последовательная эквивалентная схема; p — параллельная эквивалентная схема; e — погрешность
10. Некоторые параметры являются расчетными из соответствующих результатов измерения, поскольку технически не могут быть измерены. Индуктивность (L) и добротность (Q)

Диапазон	Отображаемый диапазон	Погрешность		Режим эквивалентной схемы	
		L	D, "		
100 Гц/120 Гц	1000 Гн	400.0-1000.0 Гн	1 00 %+3	0.0100	параллельная
	400 Гн	40.00-399.99 Гн	0 35 %+2	0.0035	параллельная
	40 Гн	4.000-39.999 Гн	0 25 %+2	0.0025	параллельная
	4 Гн	400.0-3.9999 Гн	0 25 %+2	0.0025	—
	400 мГн	40.00-399.99 мГн	0 25 %+2	0.0025	последовательная
	40 мГн	4 000-39.999 мГн	0.45 %+2	0.0045	последовательная
1 кГц	4 мГн	0-3.999 мГн	1.40 %+5	—	последовательная
	100 Гн	40.00-100.00 Гн	1 00 %+3	0.0100	параллельная
	40 Гн	4.000-39.999 Гн	0 35 %+2	0.0035	параллельная
	4 Гн	400.0-3.9999 Гн	0 25 %+2	0.0025	параллельная
	400 мГн	40.00-399.99 мГн	0 25 %+2	0.0025	—
	40 мГн	4 000-39.999 мГн	0 25 %+2	0.0025	последовательная
	4 мГн	400 0 мкГн~3.9999 мГн	0.45 %+2	0.0045	последовательная
400 мкГн	0.0-399.9 мкГн	1.40 %+5	—	последовательная	
10 Гц	1000 мГн	400.0-999.99 мГн	0 80 %+3	0.0080	параллельная
	400 мГн	40.00-399.99 мГн	0 35 %+2	0.0035	параллельная

40 мГн	4 000-39.999 мГн	0.25 %±2	0.0025	—
4 мГн	400.0 мкГн-3.9999 мГн	0.30 %±2	0.0030	последовательная
400 мкГн	40.00-399.99 мкГн	0.45 %±2	0.0045	последовательная
40 мкГн	0.00-39.99 мкГн	1.40 %±5	—	последовательная

\*ЗАМЕЧАНИЕ: погрешность  $D_e$  оценена при  $D_e < 0.5$ ; добротность  $Q$  и погрешность  $Q_e$  при

$$\times D_e \leq 1, \times Q$$

Вычисляются по следующей формуле

$$Q_e = \pm \frac{^2 \times D_e}{1 \mp \times D_e} \cdot \frac{Q}{Q}$$

где  $Q$  - измеренное значение

Емкость (C) и тангенс угла потерь (D)

Диапазон	Отображаемый диапазон	Погрешность		Режим эквивалентной схемы	
		с.	D.*		
100 Гц/120 Гц	20 мФ	4.000-20.000 мФ	5.00 %±5	±0.0500	последовательная
	4 мФ	400.0 мкФ-3.9999 мФ	1.00 %±3	±0.0100	последовательная
	400 мкФ	40.00-399.99 мкФ	0.35 %±2	±0.0035	последовательная
	40 мкФ	4.000-39.999 мкФ	0.25 %±2	±0.0025	последовательная
	4 мкФ	400.0 нФ~3.9999 мкФ	0.25 %±2	±0.0025	--
	400 нФ	40.00-399.99 нФ	0.25 %±2	±0.0025	параллельная
	40 нФ	4.000-39.999 нФ	0.35 %±3	±0.0035	параллельная
1 кГц	4 нФ	0.00-3.999 нФ	1.25 %±5	—	параллельная
	1000 мкФ	400.0-999.99 мкФ	2.00 %±5	±0.0200	последовательная
	400 мкФ	40.00-399.99 мкФ	1.00 %±3	±0.0100	последовательная
	40 мкФ	4.000-39.999 мкФ	0.35 %±2	±0.0035	последовательная
	4 мкФ	400.0 нФ-3.9999 мкФ	0.25 %±2	±0.0025	последовательная
	400 нФ	40.00-399.99 нФ	0.25 %±2	±0.0025	--
	40 нФ	4.000-39.999 нФ	0.25 %±2	±0.0025	параллельная
10 кГц	4 нФ	400.0 пФ~3.9999 нФ	0.35 %±3	±0.0035	параллельная
	400 пФ	0.0 пФ-39.99 нФ	1.25 %±5	—	параллельная
	100 мкФ	40.00-100.00 мкФ	3.00 %±5	±0.0300	последовательная
	40 мкФ	4.000-39.999 мкФ	1.50 %±3	±0.0150	последовательная
	4 мкФ	400.0 нФ~3.9999 мкФ	0.35 %±2	±0.0035	последовательная
	400 нФ	40.00-399.99 нФ	0.25 %±2	±0.0025	последовательная
	40 нФ	4.000-39.999 нФ	0.25 %±2	±0.0025	—
10 кГц	4 нФ	400.0 пФ~3.9999 нФ	0.25 %±2	±0.0025	параллельная
	400 пФ	40.00-399.99 пФ	0.35 %±3	±0.0035	параллельная
	40 пФ	0.00-39.99 пФ	1.25 %±5	—	параллельная

Импеданс (Z) и угол Фаза (φ)

Диапазон	Отображаемый диапазон	Погрешность		Режим эквивалентной схемы	
		Z	0e		
100 Гц-10 кГц	ЮМОм	4.000-10.000 МОм	3.00 %±5	±1.75°	параллельная
	4 МОм	400 0 Юм~3.9999 МОм	1.25 %±3	±0.75°	параллельная
	400 кОм	40.00-399.99 Юм	0.35 %±2	±0.25°	параллельная
	40 кОм	4.000-39.999 Юм	0.25 %±2	±0.15°	параллельная
	4 кОм	400.0 Ом-3.9999 Юм	0.25 %±2	±0.15°	—
	400 Ом	40.00-399.99 Ом	0.25 %±2	±0.15°	последовательная
	40 Ом	4.000-39 999 Ом	0.35 %±2	±0.25°	последовательная
	4 Ом	0.4000-3.9999 Ом	1.00 %±3	±0.60°	последовательная
100 кГц	0.4 Ом	0.0000-0.3999 Ом	3.00 %±5	—	последовательная
	10 МОм	4.000-10.000 МОм	8.00 %±20	±4.60°	параллельная
	4 МОм	400 0 Юм~3.9999 МОм	3.00 %±10	±1.75°	параллельная
	400 кОм	40.00-399.99 Юм	1.20 %±5	±0.69°	параллельная
	40 Юм	4.000-39.999 Юм	0.80 %±2	±0.46°	параллельная
	4 Юм	400.0 Ом~3.9999 Юм	0.50 %±2	±0.30°	—
	400 Ом	40.00-399.99 Ом	0.50 %±2	±0.30°	последовательная
	40 Ом	4.000-39 999 Ом	0.80 %±5	±0.46°	последовательная
4 Ом	0.4000-3.9999 Ом	2.50 %±10	±1.43°	последовательная	
0.4 Ом	0.0000-0.3999 Ом	6.00 %±20	—	последовательная	

Сопротивление для последовательной эквивалентной схемы

Погрешность сопротивления для последовательной эквивалентной схемы рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{so} = \pm X \times \phi_e$$

где

$X_x$  – измеренное значение реактивного сопротивления,

$$X_x = 2\pi f L_x$$

или

$$X_x = 1/2\pi f C_x$$

$\phi_e$  - погрешность угла фазы,

$$\phi = \theta_e \times \frac{\pi}{180}$$

**Замечание:** погрешности ESR и  $R_s$  одинаковы.

Сопrotивление для параллельной эквивалентной схемы

Погрешность сопротивления для параллельной эквивалентной схемы рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{pe} = \pm \frac{R_{px} \times \phi_e}{D \mp \phi_e} \quad x$$

$R_{px}$  – измеренное значение  $R_p$ ;

$D_x$  – измеренное значение тангенса угла потерь.

# Обслуживание

**ОСТОРОЖНО! Не допускается самостоятельное обслуживание прибора. Обслуживание должно производиться только компетентным, специально обученным техническим персоналом.**  
**ОСТОРОЖНО! Остерегайтесь жидкостей и осадка, особенно, из проводящих материалов.**

## Обслуживание

Если питание прибора не включается, сначала проверьте батарею питания, внешний источник питания, наличие напряжения в электросети и работоспособность кнопок управления.

При неадекватном результате измерения сначала проверьте состояние принадлежностей для измерения и исправность пружинных пластин в измерительных гнездах. Убедитесь в правильности своих действий согласно данному руководству по эксплуатации.

Не допускается замена компонентов. При необходимости обратитесь к официальному торговому представителю или наш отдел послепродажного обслуживания.

Перед заменой батареи питания необходимо выключить этот прибор и отключить его от внешнего источника питания. Для получения детальной информации обратитесь к параграфу "Установка батареи питания".

## Чистка

Перед чисткой этого прибора убедитесь, что его питание выключено, при использовании внешнего сетевого адаптера отключите его от прибора.

Во избежание электрошока или повреждения измерителя не допускайте проникновения воды внутрь корпуса. При попадании воды на корпус немедленно выключите прибор, и сразу же извлеките батарею питания.

Чистку прибора производите путем протирки загрязненных частей мягкой тканью, увлажненной раствором нейтрального моющего средства. Остерегайтесь чрезмерного увлажнения, чтобы моющее средство не проникло внутрь прибора во избежание его повреждения.

После чистки включение прибора допускается, только убедившись, что он полностью просох.

## Выдержка из гарантийного обязательства

Для данного прибора, его частей и принадлежностей гарантируется

отсутствие дефектов изготовления или материалов в течение одного года от даты его продажи.

Мы бесплатно восстановим или заменим по своему выбору дефектное изделие или его составные части. Прибор должен быть возвращен вместе с принадлежностями и сопровождаться документом, подтверждающим дату его приобретения (товарный или кассовый чек).

Эта гарантия не распространяется на повреждения в результате умышленного или неумышленного использования прибора с отклонением от данного руководства по эксплуатации, в результате несанкционированных изменения конструкции или ремонта.

Гарантия теряет силу, если серийный номер прибора был изменен, стерт или удален.