

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ


Измеритель параметров LCR

DE-5000



DER EE

Содержание

I.	Введение.....	3
II.	Принципы измерения.....	4
IV.	Рабочие инструкции	7
1.	Включение/выключение питания.....	7
2.	Кнопка <CAL>	8
3.	Кнопка <LCR AUTO>.....	12
4.	Измерение индуктивности / емкости / сопротивления	14
5.	Кнопка <FREQ>	16
6.	Кнопка подсветки <  >	17
7.	Кнопки <SORTING> / <SETUP> / <ENTER>.....	17
8.	Кнопка <PC>	20
9.	Кнопка <D/Q/ESR/ θ >.....	21
10.	Кнопка <SER/PAL>	23
11.	Кнопка <REL>	24
12.	Кнопка <HOLD>.....	25
V.	Замена батарей.....	26
VI.	Общие характеристики	27
VII.	Электрические характеристики	28

Электрические символы



Внимание. Важная информация.

См. руководство.





Входная полярность адаптера питания AC/DC



Индикатор емкости батареи



Внимание

- Перед измерением разрядите проверяемое устройство.
- Не открывайте корпус прибора во время измерения.
- После измерения выключайте питание прибора, так как в режиме автоматического отключения питания все же потребляется некоторое количество энергии.
- Если прибор долгое время не будет использоваться, извлекайте из него батареи.
- Не используйте для очистки прибора органический растворитель. Если нужно, протрите его мягкой тряпкой.
- Индикатор  обозначает, что батарея полностью заряжена. Если появится индикатор , указывающий на то, что питания недостаточно для работы, сразу замените батареи, чтобы гарантировать точность измерения.

I. Введение

DE-5000 представляет собой высокоточный измеритель параметров LCR с двойным дисплеем (максимальное индицируемое число 19999/ 9999). Этот прибор позволяет измерять индуктивность / емкость / сопротивление и вторичные параметры, включая тангенс угла потерь (D), добротность (Q), угол сдвига фаз (θ), эквивалентное последовательное / параллельное сопротивление (ESR или R_p).

Измеритель DE-5000 работает в режиме автоматического выбора диапазона полного сопротивления переменного тока и сопротивления постоянного тока. Параметры L/C/R можно измерять напрямую при помощи интеллектуального режима «AUTO-LCR», не используя функциональную кнопку.

Параметры можно измерять автоматически в режиме последовательной или параллельной схемы замещения согласно полному сопротивлению проверяемого устройства.

Прибор позволяет выбирать следующие значения частоты измерения: 100 Гц/120 Гц/1 кГц/10 кГц/100 кГц.

Режим сортировки (SORTING) позволяет быстро распределять компоненты по каналам выборки.

Жидкокристаллический дисплей с подсветкой позволяет считывать показания даже в темноте.

Обычно прибор питается от батареи 9 В, но в качестве опционального входа питания можно также использовать адаптер постоянного тока 9 В.

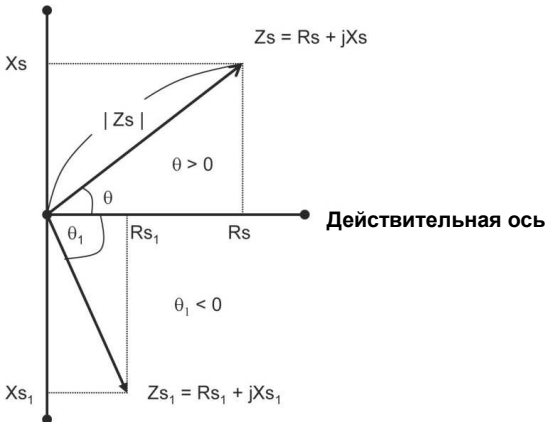
Измеренные данные можно передавать в компьютер через опциональный полностью оптически-изолированный интерфейс USB-IR.

II. Принципы измерения

Что такое индуктивность

Полное сопротивление состоит из активного (реальная часть) и реактивного (мнимая часть) сопротивления. Например, параметр Z_s представляет полное сопротивление в последовательной схеме замещения. Параметр Z_s может определяться сочетанием активного (R_s) и реактивного (X_s) сопротивления. Кроме того, он может определяться как $|Z|$ ($|Z| = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$) от величины с фазовым углом θ .

Мнимая ось (последовательная схема)



$$Z_s = R_s + jX_s \text{ или } |Z_s| \angle \theta$$

$$R_s = |Z_s| \cos \theta$$

$$X_s = |Z_s| \sin \theta$$

$$X_s/R_s = \tan \theta$$

$$\theta = \tan^{-1}(X_s/R_s)$$

Если $\theta > 0$, реактивное сопротивление является индуктивным. Другими словами, если $\theta < 0$, реактивное сопротивление является емкостным.

Существует два типа реактивного сопротивления. Один – это индуктивное реактивное сопротивление X_L , а другой – это емкостное реактивное сопротивление X_C .

Эти параметры определяются как:

(f = частота сигнала)

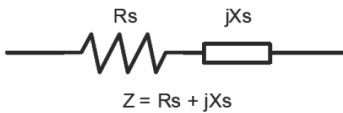
$$X_L = 2 \pi f L \quad (L = \text{Индуктивность})$$

$$X_C = 1 / (2 \pi f C) \quad (C = \text{Емкость})$$

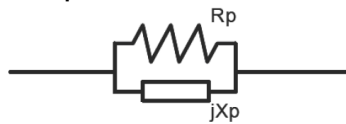
Режим измерения

Полное сопротивление можно измерять в последовательной или параллельной схеме замещения. Полное сопротивление Z в параллельной схеме замещения может представляться как обратная величина полной проводимости Y . Полная проводимость определяется по формуле $Y = G + jB$, где G – это активная проводимость, а B – это реактивная проводимость.

Полное сопротивление
в последовательной схеме



Полная проводимость
в параллельной схеме



R_s : Активное сопротивление в последовательной схеме

X_s : Реактивное сопротивление в последовательной схеме

C_s : Емкость в последовательной схеме

L_s : Индуктивность в последовательной схеме

R_p : Активное сопротивление в параллельной схеме

X_p : Реактивное сопротивление в параллельной схеме

C_p : Емкость в параллельной схеме

L_p : Индуктивность в параллельной схеме

Для оценки отношения действительной и мнимой части полного сопротивления существуют два параметра. Обычно для измерения индуктивности используется значение добротности Q , а для измерения емкости – тангенс угла потерь D . Тангенс угла потерь D представляет собой обратную величину добротности Q .

$$Q = 1 / D = \tan \theta$$

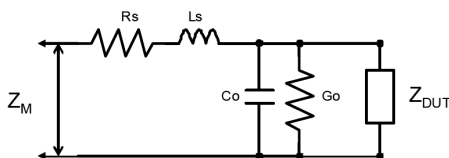
$$Q = X_s / R_s = 2 \pi f L_s / R_s = 1 / 2 \pi f C_s R_s$$

$$Q = B / G = R_p / |X_p| = R_p / 2 \pi f L_p = 2 \pi f C_p R_p$$

Фактически, последовательное (R_s) и параллельное (R_p) сопротивление присутствует в эквивалентной схеме конденсатора и индуктора. Если емкость конденсатора маленькая, значение R_p более важно, нежели значение R_s . Если емкость конденсатора большая, значение R_s тоже играет роль. Таким образом, для измерения конденсатора малой емкости используйте параллельную схему, а для измерения конденсатора большой емкости – последовательную схему. Для индуктора соотношение полного сопротивления отличается от конденсатора. Если индуктивность маленькая, значение R_p почти не имеет значения. Если индуктивность большая, значение R_s также не имеет значения. Таким образом, для измерения маленькой индуктивности используется последовательная схема, а для измерения большой индуктивности – параллельная схема.

Калибровка в режиме холостого хода (OPEN) / короткого замыкания (SHORT)

Эта процедура позволяет получать максимальную точность измерения большого/маленького полного сопротивления. Целью такой калибровки является снижение влияния паразитных составляющих испытательной арматуры.

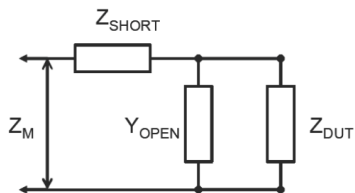


Параметр Z_M определяется как суммарное полное сопротивление, измеренное у проверяемого устройства (DUT) при помощи специальной испытательной арматуры, которая имеет какое-то паразитное полное сопротивление.

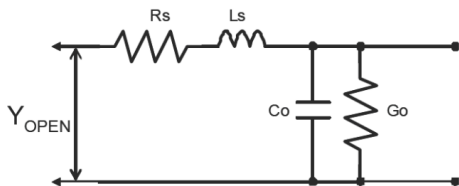
$$Z_M = (R_s + j\omega L_s) + ((G_o + j\omega C_o)^{-1} \parallel Z_{DUT})$$

Параметр Z_{DUT} представляет собой полное сопротивление проверяемого устройства, которое пользователь хочет реализовать. Чтобы убрать влияние $R_s + j\omega L_s$ и $G_o + j\omega C_o$, нужно использовать процедуру калибровки в режиме холостого хода (XX) / короткого замыкания (KЗ).

Эквивалентная схема



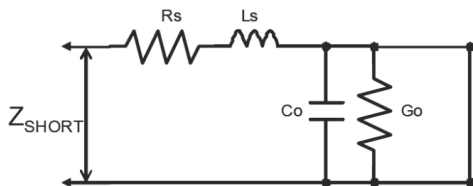
$$Z_{DUT} = \frac{Z_M - Z_{SHORT}}{1 - (Z_M - Z_{SHORT})Y_{OPEN}}$$



режим холостого хода

Если $R_s + j\omega L_s \ll 1/(G_o + j\omega C_o)$

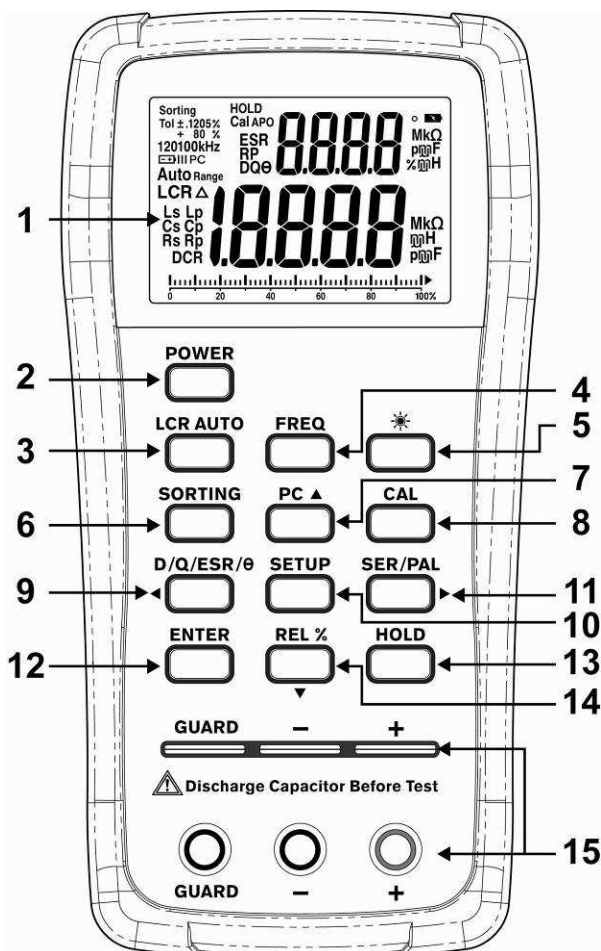
$$Y_{OPEN} = G_o + j\omega C_o$$



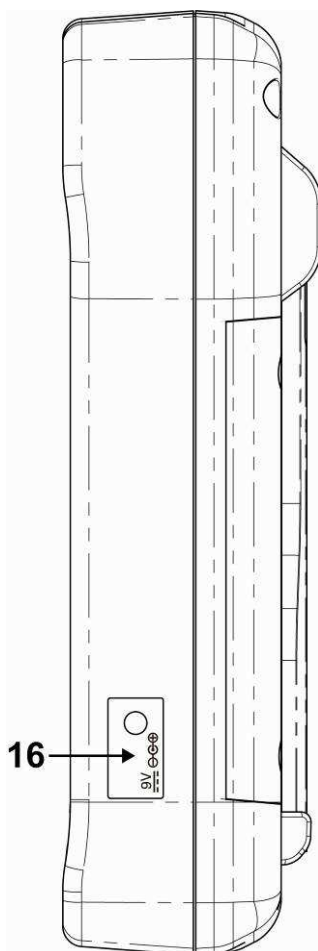
режим короткого замыкания

$$Z_{SHORT} = R_s + j\omega L_s$$

Описание прибора

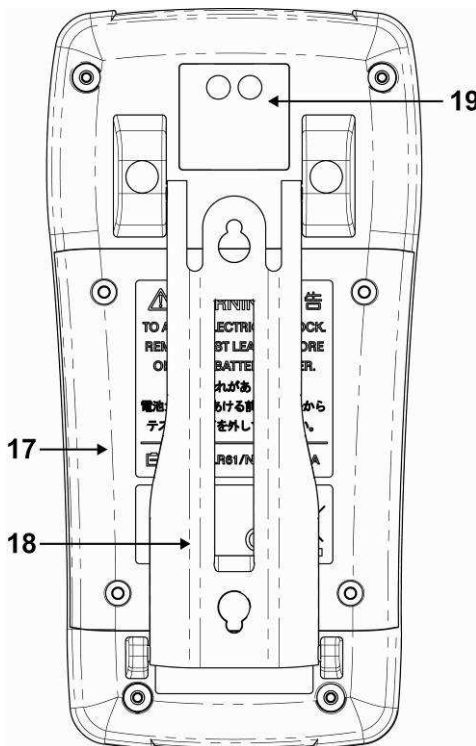


Передняя панель



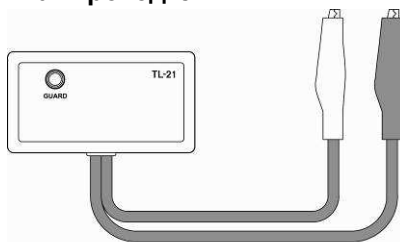
Вид сбоку

Разъем «GUARD» обеспечивает экран для проверяемого устройства, импровизированных измерительных щупов или оборудования, расположенного в местах наличия сильных помех.

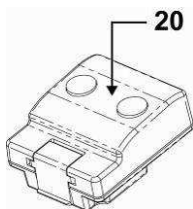
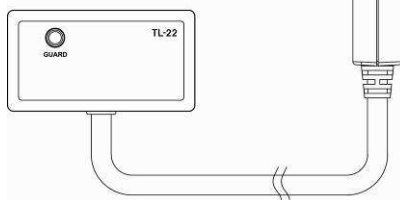


Вид сзади

21. Блок измерительных проводов с зажимами типа «крокодил» TL-21

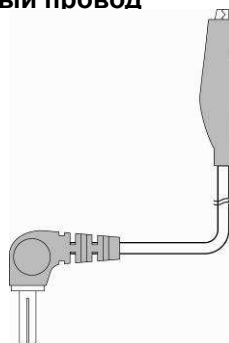


22. Щипцы поверхностного монтажа TL-22 (опция)



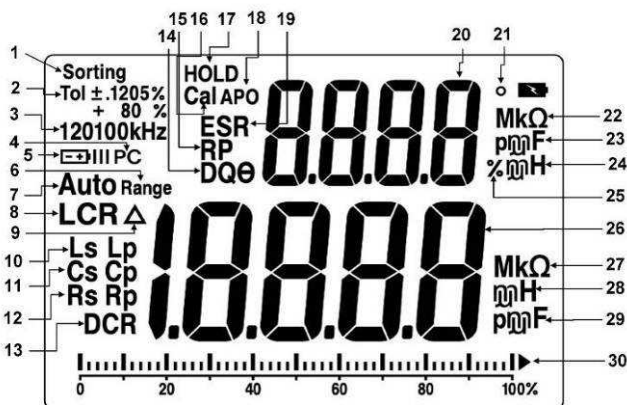
Адаптер IR-USB (опция)

23. Защитный провод TL-23



1.	Жидкокристаллический дисплей	
2.	POWER	Кнопка включения/выключения питания прибора
3.	LCR AUTO	Режим автоматического измерения параметров LCR, кнопка выбора измерения индуктивности, емкости, сопротивления и сопротивления постоянного тока
4.	FREQ	Кнопка выбора частоты измерения
5.		Подсветка дисплея
6.	SORTING	Кнопка управления режимом сортировки
7.	PC	Кнопка управления передачей данных
8.	CAL	Кнопка запуска калибровки в режиме холостого хода/короткого замыкания
9.	D/Q/ESR/θ	Кнопка выбора вторичных параметров D/Q/ESR/θ
10.	SETUP	Кнопка вызова меню настройки (в режим сортировки)
11.	SER/PAL	Кнопка выбора последовательной и параллельной схемы
12.	ENTER	Кнопка управления меню настройки (в режиме сортировки)
13.	REL%	Кнопка режима относительного измерения
14.	HOLD	Кнопка режима удержания данных
15.	Входные разъемы	
16.	Адаптер питания AC/DC	
17.	Крышка батарейного отсека	
18.	Подставка	
19.	Слот для адаптера IR–USB	
20.	Адаптер IR–USB (опция)	
21.	Блок измерительных проводов с зажимами типа «крокодил» TL-21	
22.	Щипцы поверхностного монтажа TL-22 (опция)	
23.	Защитный провод TL-23	

III. Жидкокристаллический дисплей



Дисплей

1.	Sorting	Функция сортировки включена
2.	Tol	Индикация допуска в режиме сортировки: $\pm 0,25\%$, $\pm 0,5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, & $+80\%-20\%$
3.	kHz	Индикация частоты измерения – 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 100 Гц и 120 Гц
4.	PC	Индикатор режима обмена данных
5.	[+]	Индикатор заряда батареи
6.	Range	В меню настройки режима сортировки включен выбор диапазона
7.	Auto	Включена функция автоматического выбора диапазона для измерения параметров L, C или R
8.	LCR	Автоматическая проверка параметров L/C/R
9.	Δ	Включена функция относительного измерения
10.	Ls/Lp	Включена функция измерения индуктивности в последовательной или параллельной схеме
11.	Cs/Cp	Включена функция измерения емкости в последовательной или параллельной схеме
12.	Rs/Rp	Включена функция измерения сопротивления переменного тока в последовательной или параллельной схеме
13.	DCR	Выбран режим измерения сопротивления постоянного тока
14.	D/Q/θ	Включена функция измерения тангенса угла потерь, добротности или фазового угла для режима измерения L/C

15.	Rp	Включена функция измерения сопротивления переменного тока в параллельной схеме
16.	Cal	Режим калибровки в режиме холостого хода/короткого замыкания
17.	HOLD	Функция удержания данных
18.	APO	Режим автоматического отключения питания
19.	ESR	Режим эквивалентного последовательного сопротивления
20.	AAAA	Дополнительный дисплей
21.	°	Единица измерения фазового угла
22.	MkΩ	Единицы измерения сопротивления (Ω/Ом, kΩ/кОм и MΩ/МОм) – на дополнительном дисплее
23.	pF	Единицы измерения емкости (pF/пФ, nF/нФ, μF/мкФ и mF/мФ) – на дополнительном дисплее
24.	μH	Единицы измерения индуктивности (μH/мкГн, mH/мГн и H/Гн) – на дополнительном дисплее
25.	%	Процентное значение в режиме относительного измерения – на дополнительном дисплее
26.	8888	Основной дисплей
27.	MkΩ	Единицы измерения сопротивления (Ω/Ом, kΩ/кОм и MΩ/МОм) – на основном дисплее
28.	μH	Единицы измерения индуктивности (μH/мкГн, mH/мГн и H/Гн) – на основном дисплее
29.	pF	Единицы измерения емкости (pF/пФ, nF/нФ, μF/мкФ и mF/мФ) – на основном дисплее
30.		Гистограмма

- Специальные индикации

	Индикатор калибровки в режиме короткого замыкания
	Индикатор калибровки в режиме холостого хода

IV. Рабочие инструкции

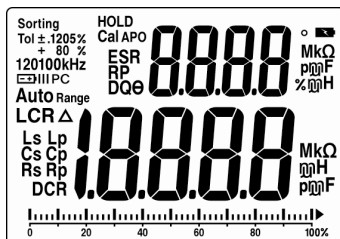
Для достижения оптимальной точности измерений параметров L, C и R, особенно на самых больших и маленьких диапазонах, перед измерением нужно уменьшить влияние паразитных составляющих испытательной арматуры. Для этого выполните калибровку в режиме XX и K3 (см. стр. 15~17), используя измерительные провода с зажимами типа «крокодил» (TL-21) или импровизированные измерительные провода.

Для гарантии заявленной точности прибора проверяемое устройство надо подключать только к измерительному разъему или использовать для измерения набор TL-21 (стандартная принадлежность) или TL-22 (дополнительная принадлежность).

Если для измерения используется импровизированный измерительный провод, старайтесь, чтобы он был не очень длинным, иначе это может привести к неправильному результату измерения.



1. Включение/выключение питания

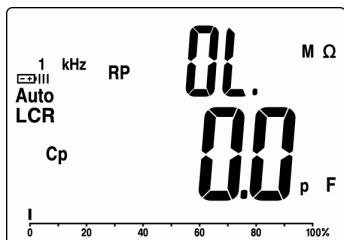
- При включении питания на пару секунд на дисплее отобразятся все его символы.



- В режиме автоматического отключения питания (АОП) на дисплее будет отображаться индикация «APO». Спустя пять минут простоя прибор будет автоматически выключаться. Троекратный звуковой сигнал зуммера предупредит о том, что питание будет выключено, затем на дисплее появится индикация «OFF» и прибор выключиться.

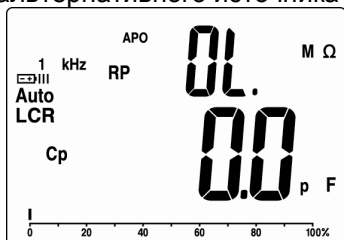


- По умолчанию для режима автоматического измерения параметров LCR установлена частота измерения 1 кГц.
- Состояние батареи проверяется каждую секунду. Символ  обозначает, что батарея полностью заряжена, а символ  – что батарея разряжена и ее надо заменить.
- Если кнопка работает, при ее нажатии будет звучать однократный звуковой сигнал. Если кнопка не работает, при ее нажатии будет звучать двойной звуковой сигнал.



Если в качестве источника питания используется адаптер, функция АОП автоматически выключится и с дисплея исчезнет индикатор «АРО»

- Функция АОП отключается автоматически, когда в качестве альтернативного источника питания используется адаптер 9 В.



Если в качестве источника питания используется батарея 9 В, на дисплее появится индикация «АРО».

- Функция АОП включается, когда в качестве источника питания используется батарея 9 В.

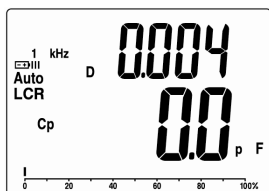
2. Кнопка <CAL>

- Эта функция включает калибровку внутренних параметров измерителя и остаточных явлений на внешних разъемах для выполнения нормального и точного измерения.
- Для выполнения высокоточных измерений на очень высоких или низких диапазонах импеданса перед измерением рекомендуется выполнять калибровку в режиме ХХ/КЗ, чтобы уменьшить влияние паразитных составляющих испытательной катушки.

Примечание: Перед выполнением этой процедуры отключайте от прибора все провода и проверяемые устройства. Если оставить их подключенными, это приведет к увеличению полного сопротивления цепи и калибровка будет не выполнена. На дисплее появится индикация «**FAIL**».

Например, калибровка при помощи комплекта TL-21		Например, калибровка при помощи комплекта TL-22	
			
Калибровка в режиме XX	Калибровка в режиме К3	Калибровка в режиме XX	Калибровка в режиме К3

- Подключите комплект TL-21 (или импровизированные измерительные провода, применяемые для измерения) и нажмите кнопку **<CAL>** на несколько секунд, чтобы включить режим калибровки. Варианты на выбор: → OPEN ready → OPEN calibration → SHORT ready → SHORT calibration. Чтобы выполнить калибровку, выполните следующее:
- Когда запустится процедура калибровки на дисплее начнется 30-секундный отсчет.
- Если калибровка завершится, на основном дисплее появится индикация «PASS» или «FAIL».
- По завершении обеих процедур калибровки опять нажмите кнопку **<CAL>**, чтобы сохранить значение калибровки в памяти EEPROM. (Электрически стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство).



Дисплей показания измерения

Нажмите на несколько секунд кнопку **<CAL>**.

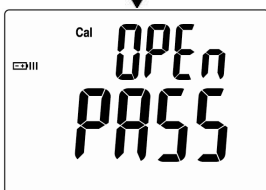


Включите функцию калибровки в режиме холостого хода

Нажмите кнопку <CAL>



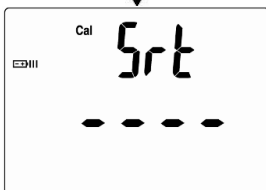
Начните калибровку с 30-секундным отсчетом



Калибровка в режиме XX завершена. На основном дисплее появится индикация «Pass» или «Fail»

** Если появилась индикация «FAIL», повторите процедуру еще раз сначала.*

Нажмите кнопку <CAL>



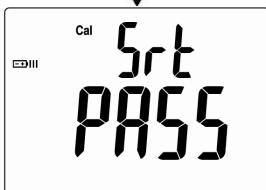
Включите калибровку в режиме короткого замыкания.

** Замкните между собой провода с зажимами типа «крокодил».*

Нажмите кнопку <CAL>



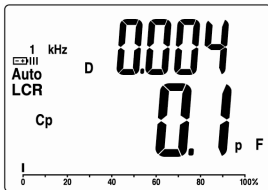
Начните калибровку с 30-секундным отсчетом



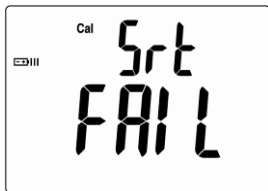
Калибровка в режиме КЗ завершена. На основном дисплее появится индикация «Pass» или «Fail»

** Если появилась индикация «FAIL», повторите процедуру еще раз сначала.*

Нажмите кнопку <CAL>



Калибровка завершена
Вернитесь в режим измерения.

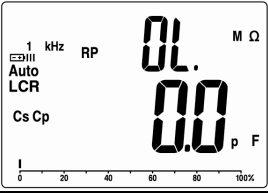
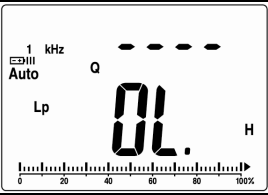
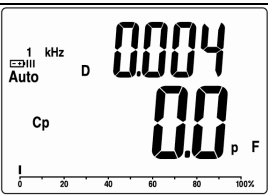
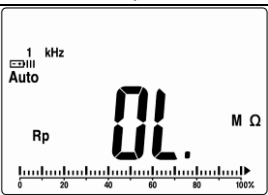



При сбое процедуры калибровки на
основном дисплее появится
индикация «**FAIL**».

- Если во время калибровки произошел сбой, проверьте измеряемое устройство и повторите калибровку.

3. Кнопка <LCR AUTO>

- Кнопка <LCR AUTO> выбирает функцию измерения первичного параметра. Нажимая эту кнопку можно по очереди выбрать режим **Auto-*LCR***, **Auto-*L***, **Auto-*C***, **Auto-*R*** или **Auto-*DCR***^{*1}.
- По умолчанию установлен режим **LCR Auto**^{*1}, при котором прибор интеллектуально проверит тип индуктивности и автоматически включит функцию измерения.

	<p>Режим автоматического измерения первичных параметров (LCR AUTO)</p>
<p>↓</p>	<p>Нажмите кнопку <LCR AUTO></p>
	<p>Режим автоматического измерения индуктивности (Auto L)</p>
<p>↓</p>	<p>Нажмите кнопку <LCR AUTO></p>
	<p>Режим автоматического измерения емкости (Auto C)</p>
<p>↓</p>	<p>Нажмите кнопку <LCR AUTO></p>
	<p>Режим автоматического измерения сопротивления (Auto R)</p>
<p>↓</p>	<p>Нажмите кнопку <LCR AUTO></p>

	<p>Режим автоматического измерения сопротивления постоянного тока (DCR)</p>
	
	<p>Нажмите кнопку <LCR AUTO></p> <p>Возврат к режиму измерения LCR AUTO</p>

- Если выбран режим **Auto-L** или **Auto-C**, диапазон измерения полного сопротивления будет выбираться автоматически.
- На основном дисплее будет отображаться значение индуктивности, емкости или сопротивления проверяемого устройства.
- На дополнительном дисплее будет отображаться значение добротности или тангенса угла потерь проверяемого устройства.
- Значение вторичного параметра будет основываться на измерении параметров L/C/R. Это значит, что $(L + Q)$, $(C + D)^{*2}$, $(R + \theta)^{*3}$ соответственно сочетаются в одной группе.

**1: Если $|Q| < 0,2$, автоматически будет выбираться режим Auto-R. На дополнительном дисплее будет отображаться значение фазового угла θ .*

Если $Q \geq 0,2$, автоматически будет выбираться режим Auto-L. На дополнительном дисплее будет отображаться значение добротности Q .

Если $Q \geq 0,2$, автоматически будет выбираться режим Auto-C. На дополнительном дисплее будет отображаться значение тангенса угла потерь D .

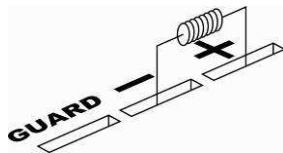
Если $C < 5$ пФ. На дополнительном дисплее будет отображаться значение сопротивления R_p .

**2: В режиме LCR Auto, чтобы заменить тангенс угла потерь D , если значение емкости проверяемого устройства меньше 5 пФ, вторичный параметр будет обозначать эквивалентное параллельное сопротивление (R_p).*

**3: Только в режиме LCR AUTO. В режиме Auto-R или DCR, вторичный параметр недоступен.*

4. Измерение индуктивности / емкости / сопротивления

- Включите питание измерителя DE-5000. По умолчанию включиться режим **LCR Auto**, который автоматически запустит измерение параметров L/C/R.
- Нажимая эту кнопку можно по очереди выбрать режим **Auto-LCR**, **Auto-L**, **Auto-C**, **Auto-R** или **Auto-DCR**.
 - а. Вставьте провода DIP компонента в разъемы напрямую, либо
 - б. Чтобы измерить DIP компонент и компонент поверхностного монтажа при помощи блока измерительных проводов с зажимами типа «крокодил» (TL-21)



Если нужно, защитный провод (TL-23) может обеспечить проверяемому устройству экран, защищающий от помех во время измерения большого импеданса

Блок измерительных проводов и зажимами типа «крокодил» (TL-21)



- с. Чтобы измерить компонент поверхностного монтажа при помощи щипцов поверхностного монтажа (TL-22, опция).

Если нужно, защитный провод (TL-23) может обеспечить проверяемому устройству экран, защищающий от помех во время измерения большого импеданса



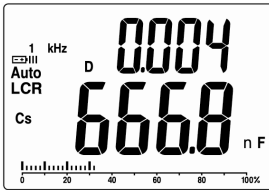
Щипцы поверхностного монтажа (TL-22)

- ※ Для точного измерения очень больших или маленьких диапазонов полного сопротивления параметров L, C, R, рекомендуется перед измерением выполнять калибровку в режиме XX/K3.

Внимание: Чтобы избежать поражения электрическим током, перед измерением разрядите конденсатор.

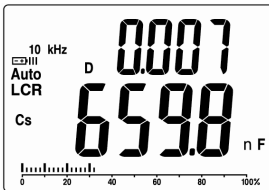
5. Кнопка <FREQ>

- Кнопка <FREQ> выбирает частоту измерения. Нажимая подряд эту кнопку, можно выбрать одно из пяти значений: 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 100 Гц или 120 Гц.
- По умолчанию установлена частота измерения 1 кГц.



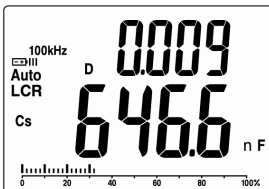
Частота измерения 1 кГц.

Нажмите кнопку <FREQ>



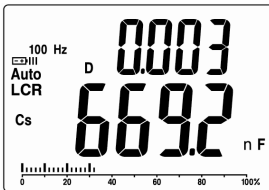
Частота измерения 10 кГц.

Нажмите кнопку <FREQ>



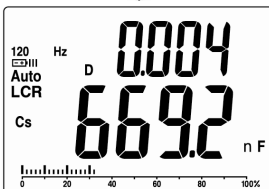
Частота измерения 100 кГц.

Нажмите кнопку <FREQ>



Частота измерения 100 Гц.

Нажмите кнопку <FREQ>



Частота измерения 120 Гц.



Нажмите кнопку **<FREQ>**

Обратно к частоте измерения 1 кГц

- Диапазон полного сопротивления для измерения параметров LCR зависит от частоты измерения.

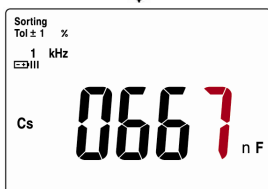
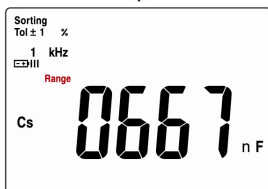
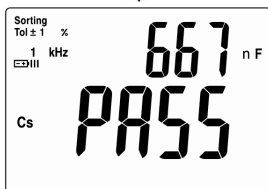
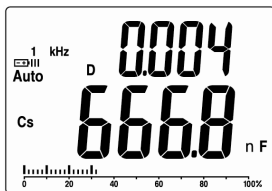
6. Кнопка подсветки **<☀>**

- Нажмите кнопку **<☀>**, чтобы включить/выключить подсветку.
- Подсветка автоматически выключается спустя 60 секунд простоя.

7. Кнопки **<SORTING>** / **<SETUP>** / **<ENTER>**

- Эти функциональные кнопки не работают в режиме **LCR AUTO**.
- Нажмите кнопку **<LCR AUTO>**, чтобы выбрать функцию измерения первичного параметра.
- В режиме измерения (подключите проверяемое устройство), нажмите кнопку **<SORTING>**, чтобы включить режим сортировки, который автоматически устанавливает дисплей в режим отображения 2000 разрядов. Если показание выходит за пределы (OL) или меньше 200 разрядов, функция сортировки отключиться.
- В зависимости от того, превышает ли измеренное значение полного сопротивления диапазон допуска, на основном дисплее появится индикация «**PASS**» или «**FAIL**». На дополнительном дисплее будет отображаться значение измерения.
- В режиме сортировки используйте кнопку **<SETUP>** вместе с кнопками **<◀/▶>**, **<▲/▼>** и **<Enter>** для установки опорного значения, диапазона и допуска.
- По окончании настройки нажмите кнопку **<ENTER>** для подтверждения.

Рисунок : Настройка опорного значения для сортировки



Дисплей показания измерения

Нажмите кнопку **<SORTING>**

Показание измерения отображается на дополнительном дисплее.

Нажмите кнопку **<SETUP>**

На дисплее появится и замигает индикация «Range».

При помощи кнопки **<◀/▶>** выберите положение десятичной точки и единицы измерения, в зависимости от измеряемых параметров

Нажмите кнопку **<ENTER>**

Начнет мигать последний разряд

При помощи кнопки **<◀/▶>** выберите нужный разряд.

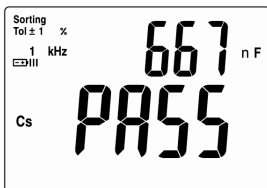
Используя кнопку **<▲/▼>**, установите нужное значение.

Нажмите кнопку **<ENTER>**

На дисплее начнет мигать индикация «Tol ±».

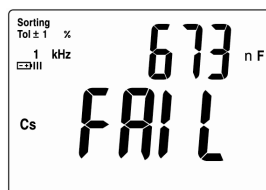
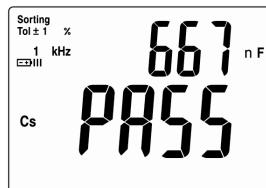
При помощи кнопки **<◀/▶>** выберите значение допуска : с каждым нажатием кнопки значение будет изменяться в следующем порядке $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $-20\%+80\%$, $\pm 0,25\%$ или $\pm 0,5\%$.

Нажмите **<ENTER>** кнопку



Настройка завершена.

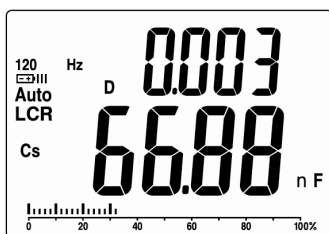
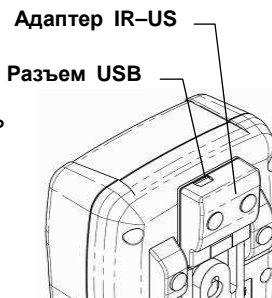
- Если проверяемое устройство не выходит за пределы допуска (**Tol %**), прозвучит однократный звуковой сигнал и на основном дисплее появится индикация «**PASS**».
- Если проверяемое устройство выходит за пределы допуска (**Tol %**), на основном дисплее появится индикация «**FAIL**».



8. Кнопка <PC>

(Адаптер IR–USB является опцией. При помощи него измеренные данные можно передавать в компьютер.)

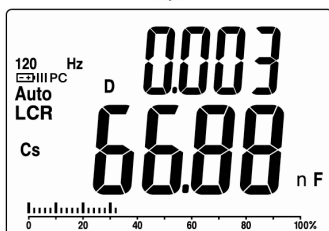
- Прикрепите адаптер IR–USB и подключите кабель USB к компьютеру.
- Нажмите кнопку <PC>, чтобы начать передачу данных, на дисплее появится индикация <PC>.
- Нажмите кнопку <PC> еще раз, чтобы прекратить передачу.



Дисплей показания измерения



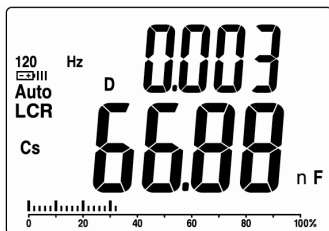
Нажмите кнопку <PC>



Функция обмена данными с компьютером включена.
На дисплее появится индикация «PC»



Нажмите кнопку <PC>

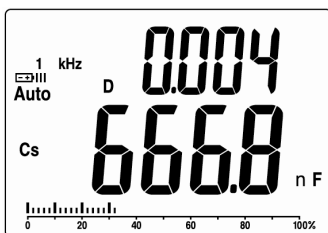


После выключения функции обмена данными индикация «PC» исчезнет с экрана

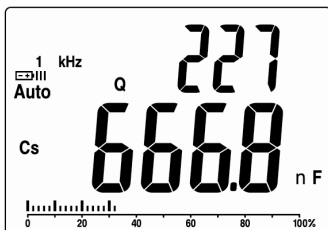
9. Кнопка <D/Q/ESR/θ>

- В режиме **LCR Auto** эта кнопка не работает
- Кнопка <D/Q/ESR/θ> выбирает функцию измерения вторичного параметра. Поочередно нажимая эту кнопку можно выбрать функцию измерения тангенса угла потерь (**D**), добротности (**Q**), эквивалентного последовательного сопротивления (**ESR**) или фазового угла (**θ**).

Пример : В режиме измерения **Cs**

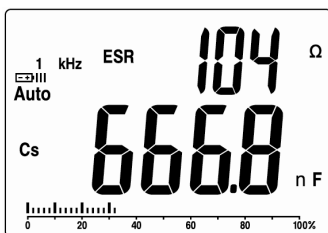


На дополнительном дисплее отображается значение тангенса угла потерь (**D**).



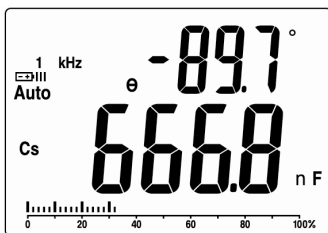
Нажмите кнопку <D/Q/ESR/θ>

На дополнительном дисплее отображается значение добротности (**Q**).



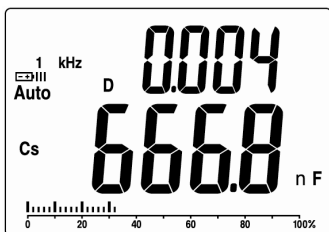
Нажмите кнопку <D/Q/ESR/θ>

На дополнительном дисплее отображается значение эквивалентного последовательного сопротивления (**ESR**).



Нажмите кнопку <D/Q/ESR/θ>

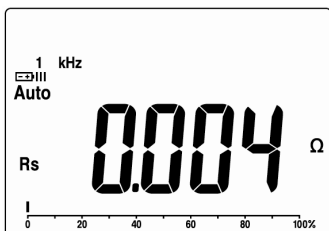
На дополнительном дисплее отображается значение фазового угла (**θ**).



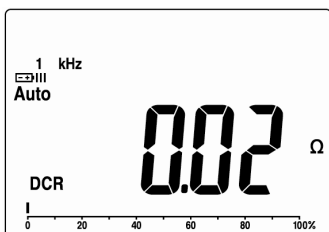
Нажмите кнопку <D/Q/ESR/θ>

Возврат к измерению параметра D

- Настройка параметров D/Q/ESR/θ не используется при измерении сопротивления – режим **Auto-R** и **DCR**.



В режиме **Auto-R** вторичный параметр не измеряется.



В режиме **DCR** вторичный параметр не измеряется.

10. Кнопка <SER/PAL>

- В режиме **LCR Auto** эта кнопка не работает.
- Нажмите кнопку <SER/PAL>, чтобы выбрать параллельную или последовательную схему.
- Если выбрана одна из функций измерения первичного параметра, параллельная или последовательная схема будет выбираться автоматически на основе суммарного измеренного эквивалентного импеданса.
- Если полное сопротивление больше 100 кОм, автоматически установится параллельная схема. На дисплее появится индикатор «**Lp**», «**Cp**» или «**Rp**».
- Если полное сопротивление меньше 100 кОм, автоматически установится последовательная схема. На дисплее появится индикатор «**Lp**», «**Cp**» или «**Rp**».

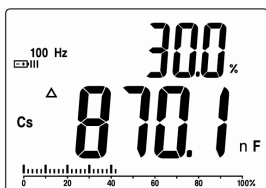
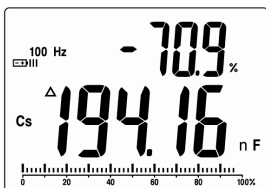
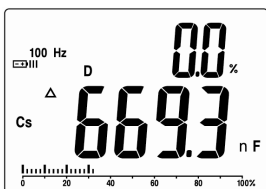
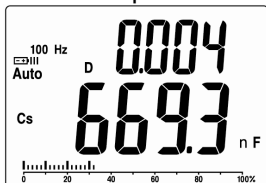
Пример : В режиме измерения **Cs** и **Cp**

	<p>Измерение емкости в последовательной схеме. Отображается индикатор «Cs».</p>
<p>↓</p>	<p>Нажмите кнопку <SER/PAL></p>
	<p>Измерение емкости в параллельной схеме. Отображается индикатор «Cp».</p>
<p>↓</p>	<p>Нажмите кнопку <SER/PAL></p>
	<p>Возврат к последовательной схеме. Отображается индикатор «Cs».</p>

- Один из индикаторов «**Ls**»/«**Lp**»/«**Cs**»/«**Cp**»/«**Rs**»/«**Rp**» будет выбираться в зависимости от режима измерения параметров LCR.

11. Кнопка <REL>

- В режиме **LCR Auto** эта кнопка не работает.
- Нажмите кнопку <REL>, чтобы включить режим относительного измерения. Значение на дисплее будет сохраняться в качестве опорного значения и на дисплее появится индикатор «Δ».
- На дополнительном дисплее будет отображаться процентное отношение опорного значения для всех последовательных измерений

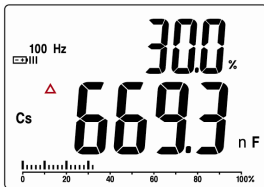


Дисплей показания измерения
Например, 669,3 нФ

Нажмите кнопку <REL>
Появится индикатор «Δ»
Показание на дисплее сохраняется
в качестве опорного значения.
На дополнительном дисплее
отображается значение 0.0% (так
как измеренное и опорное значения
одинаковые в одной точке)
Отключите текущее проверяемое
устройство и подключите другое

На основном дисплее появится
новое показание.
На дополнительном дисплее
появится значение «-***%».

Отключите текущее проверяемое
устройство и подключите другое
На основном дисплее появится
новое показание.
На дополнительном дисплее
появится значение «***%».
(Все значение последовательных
измерений будут отображаться в
виде процентного значения от
сохраненного значения)
Еще раз нажмите кнопку «REL»

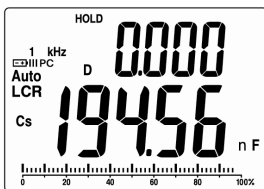


Начнет мигать символ « Δ »
 На основном дисплее будет отображаться опорное значение.

- $REL\% = (DCUR - DREF) / DREF * 100\%$.
 *DCUR = текущее проверяемое устройство, DREF = эталонное проверяемое устройство
- Процентный диапазон составляет -99,9%...99,9%. Если новое значение измерения вдвое больше опорного значения, на дополнительном дисплее появится индикация «OL%»
- Нажмите на несколько секунд кнопку <REL>, чтобы выйти из режима относительного измерения.

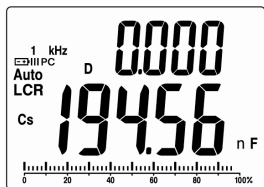
12. Кнопка <HOLD>

- Нажмите кнопку <HOLD>, чтобы удержать показание на основном дисплее. На экране появится индикация «HOLD».
- В режиме удержания работает только кнопка < \odot > и <PC>.



На экране отображается индикация «HOLD».



- Еще раз нажмите кнопку <HOLD>, чтобы выйти из режима удержания



Индикация «Hold» исчезнет с экрана

V. Замена батарей

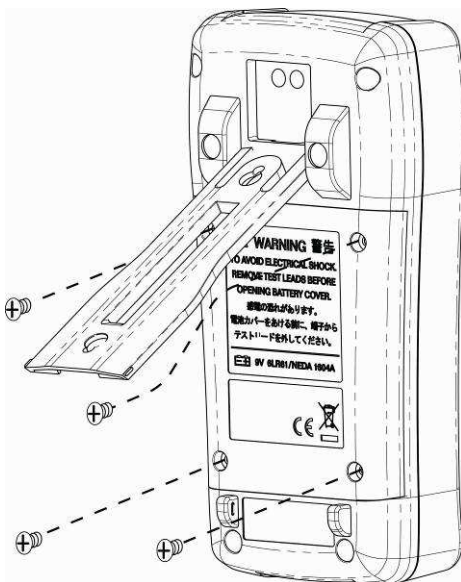
Данный прибор работает от одной углеродной или щелочной батареи NEDA1604, JIS006P и IEC6F22, 9 В. Рекомендуется использовать щелочную батарею.

После установки новой батареи на дисплее должен отображаться символ . Чтобы гарантировать точность измерения данных в пределах спецификации, рекомендуется заменять батарею сразу, как только появится индикатор .



Внимание

- Выключите прибор. Прежде чем открывать корпус прибора отключите все измерительные провода и внешний адаптер.
- При установке новой батареи соблюдайте полярность.

1. Откиньте подставку.
2. При помощи отвертки выкрутите 4 винта в крышке батарейного отсека.
3. Затем снимите крышку.
4. Замените батарею.
5. Выполните шаги 2 и 1 в обратном порядке.



VI. Общие характеристики

Прибор	Измеритель параметров LCR с двойным дисплеем
Параметры измерения	Ls/ Lp/ Cs/ Cp/ Rs/ Rp/ D/ Q/ θ / ESR Автоматический выбор измерения L C R
Схема измерения	Последовательная / параллельная
Дисплей	Двойной дисплей 19999/1999
Выбор диапазона	Автоматически
Разъемы измерения	4-проводные разъемы (клеммы) и защитный разъем
Диапазон измерения в режиме Auto LCR:	L: 20,000 мкГн...2,000 кГн C: 200,00 пФ...20,00 мФ R: 20,000 Ом...200,0 МОм DCR: 200,00 Ом...200,0 МОм
Частота измерения	100 Гц / 120 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц
Подсветка	ДА
Режим допуска	$\pm 0,25\%$, $\pm 0,5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $-20\%+80\%$
Уровень сигнала	обычно $0,5 V_{СКВ}$
Частота измерения	номинально 1,2 /с
Время реакции	прибл. 1 с/ проверяемое устройство
Автоматическое отключение питания	спустя прибл. 5 минут простоя
Коэффициент температуры	0,15 x (погрешность) / °C (0...18 °C, 28...50 °C)
Рабочие условия	0 °C...50 °C; 0–70% R.H.
Условия хранения	-20 °C...+60 °C; 0–80% R.H.
Индикатор разряда батареи	Батарея полностью заряжена,  . Батарея разряжена,  . Сразу замените батарею.
Стандартные принадлежности	Блок измерительных проводов с зажимами типа «крокодил» (TL-21), адаптер AC/DC, защитный провод (TL-23), руководство по эксплуатации, батарея 9 В DC
Опция	Адаптер IR–USB, щипцы поверхностного монтажа (TL-22)
Размеры (Д/Ш/В)	188 / 95 / 52,5 мм
Масса	прибл. 350 г (только прибор, без батареи)

VII. Электрические характеристики

Погрешность: $\pm(\% \text{ от ИВ} + \text{EMP})$ при 23 °C ± 5 °C, <75% R.H.

1. Технические характеристики основываются на измерении, выполненном на входных разъемах или клеммах при помощи блока измерительных проводов с зажимами типа «крокодил» (TL-21) после калибровки в режиме XX/K3.
2. Если нужно, проверяемое устройство и измерительные провода должны быть экранированы через разъем GUARD.
3. Для точных измерений параметров L, C, R на очень больших или маленьких диапазонах полного сопротивления, перед измерением рекомендуется выполнить калибровку в режиме XX/K3 для диапазонов, отмеченных символом «*».

Сопротивление (параллельная / последовательная схема)

Диапазон	Разрешение	100/120 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц
20,000 Ом	0,001 Ом	—	1,0%+3	1,0%+3*	2,0%+3*
200,00 Ом	0,01 Ом	1,0%+3	0,3%+2	0,3%+2	0,6%+3
2,0000 кОм	0,0001 кОм	0,3%+2	0,3%+2	0,3%+2	0,6%+3
20,000 кОм	0,001 кОм	0,3%+2	0,3%+2	0,3%+2	0,6%+3
200,00 кОм	0,01 кОм	0,5%+2	0,5%+2	0,5%+2	1,0%+3
2,0000 МОм	0,0001 МОм	1,0%+3	1,0%+3	1,0%+3	—
(2,000 МОм)	0,001 МОм	—	—	—	2,0%+3*
20,000 МОм	0,001 МОм	2,0%+3*	2,0%+3*	—	—
(20.00MΩ)	0,01 МОм	—	—	2,0%+3*	—
200,0 МОм	0,1 МОм	2,0%+3*	2,0%+3*	—	—

* перед измерением рекомендуется выполнить калибровку в режиме XX/K3 для диапазонов, отмеченных символом «*».

Сопротивление постоянного тока

Диапазон	Разрешение	Погрешность
200,00 Ом	0,01 Ом	1,0%+3*
2,0000 кОм	0,0001 кОм	0,2%+2
20,000 кОм	0,001 кОм	0,2%+2
200,00 кОм	0,01 кОм	0,5%+2
2,0000 МОм	0,0001 МОм	1,0%+3
20,000 МОм	0,001 МОм	2,0%+3*
200,0 МОм	0,1 МОм	2,0%+3*

* перед измерением рекомендуется выполнить калибровку в режиме XX/K3 для диапазонов, отмеченных символом «*»

Емкость (параллельная / последовательная схема)

Диапазон	Разрешение	100/120 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц
200,00 пФ	0,01 пФ	—	—	1,2%+5*	2,0%+5*
2000,0 пФ	0,1 пФ	—	2,0%+3*	0,3%+2	0,6%+3
20,000 нФ	0,001 нФ	2,0%+3*	0,3%+2	0,3%+2	0,6%+3
200,00 нФ	0,01 нФ	0,3%+2	0,3%+2	0,3%+2	0,6%+3
2000,0 нФ	0,1 нФ	0,3%+2	0,3%+2	0,6%+2	2,0%+5*
20,000 мкФ (20,00 мкФ)	0,001 мкФ	0,3%+2	0,6%+2	1,2%+5*	—
	0,01 мкФ	—	—	—	3,0%+5 (макс. 10 мкФ)*
200,00 мкФ (200,0 мкФ)	0,01 мкФ	0,6%+2	1,0%+3*	—	—
	0,1 мкФ	—	—	3,0%+5 (макс. 100 мкФ)*	—
2000,0 мкФ (2000 мкФ)	0,1 мкФ	1,0%+3*	—	—	—
	1 мкФ	—	1,2%+3*	—	—
20,00 мФ	0,01 мФ	1,2%+3*	—	—	—

• Если показание <2000, единицей измерения будет «пФ»

* перед измерением рекомендуется выполнить калибровку в режиме ХХ/КЗ для диапазонов, отмеченных символом «*».

Индуктивность (параллельная / последовательная схема).

Диапазон	Разрешение	100/120 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц
20,000 мкГн	0,001 мкГн	—	—	—	2,5%+5*
200,00 мкГн	0,01 мкГн	—	—	1,2%+5*	0,6%+3
2000,0 мкГн	0,1 мкГн	—	2,0%+5*	0,6%+3	0,6%+3
20,000 мГн	0,001 мГн	1,2%+5*	1,0%+5	0,3%+2	0,6%+3
200,00 мГн	0,01 мГн	0,3%+2	0,6%+3	0,3%+2	1,2%+5*
2000,0 мГн	0,1 мГн	0,3%+2	0,3%+2	0,6%+3	—
20,000 Гн	0,001 Гн	0,3%+2	0,6%+3	1,2%+5*	—
200,0 Гн	0,1 Гн	0,6%+3	1,2%+5	—	—
2,000 кГн	0,001 кГн	1,2%+5*	—	—	—

• Если показание <2000, единицей измерения будет «мкГн»

* перед измерением рекомендуется выполнить калибровку в режиме ХХ/КЗ для диапазонов, отмеченных символом «*».

Погрешность относительно сопротивления (ZDUT)

	DCR	100/120 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц
0,1...1 Ом	1,2%+5*	1,2%+5*	1,2%+5*	1,2%+5*	2,5%+5*
1...10 Ом	0,6%+3*	0,6%+3*	0,6%+3*	0,6%+3*	1,2%+5*
10...100 кОм	0,3%+2	0,3%+2	0,3%+2	0,3%+2	0,6%+3
100 кОм...1 МОм	0,6%+3	0,6%+3	0,6%+3	0,6%+3	2,5%+5*
1 МОм...20 МОм	1,2%+5*	1,2%+5*	1,2%+5*	2,5%+5*	2,5%+5* 100 кОм...2 МОм
>20 МОм	2,5%+5*	2,5%+5*	2,5%+5*	—	—

* перед измерением рекомендуется выполнить калибровку в режиме ХХ/КЗ для диапазонов, отмеченных символом «*».

Если $D > 0,1$, значение погрешности надо умножить на $\sqrt{1+D^2}$

Если в режиме измерения емкости $D \ll 0,1$: $ZC = 1/2\pi fC$

Если в режиме измерения индуктивности $D \ll 0,1$: $ZL = 2\pi fL$

Погрешность вторичных параметров

A_e = погрешность полного сопротивления (Z)

Определение: $Q = 1/D$ & $R_p = ESR * (1+1/D^2)$

Погрешность значения тангенса угла потерь (D): $D_e = \pm A_e * (1+D)$

Погрешность ESR: $R_e = \pm ZM * A_e (\Omega)$

Т.е., ZM = полное сопротивление, вычисляемое по формуле $1/2\pi f C$ или $2\pi f L$

Погрешность фазового угла (θ): $\theta_e = \pm(180/\pi) * A_e$ (в градусах)

Мы оставляем за собой право изменять технические характеристики без предварительного уведомления.

Продукция компании DER EE прошла проверку и сертифицирована на соответствие требований стандарта ISO 9001:2000.