

R & S® ESSENTIALS

LCR-ИЗМЕРИТЕЛЬ R&S® LCX

Первоклассные испытания компонентов



Спецификация
Версия 02.02

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

LCR-измерители R&S®LCX — это универсальные, невероятно точные и быстрые измерительные приборы. Они идеально подходят для решения самых сложных задач в НИОКР и на производстве. Различные опции двух модификаций прибора обеспечивают работу с частотой испытательных сигналов до 10 МГц. Функции внутреннего и внешнего смещения, большое количество опций анализа и универсальные испытательные приспособления расширяют спектр возможных применений.

LCR-измеритель R&S®LCX100 работает в диапазоне частот от 4 Гц до 300 кГц. Верхний предел частоты R&S®LCX200 — 500 кГц. При необходимости он может быть увеличен до 1 МГц или 10 МГц с помощью программных опций. Все приборы также обеспечивают измерение по постоянному току. Внутреннего генератора напряжения до 10 В хватает для большинства задач. Дополнительно может быть подано внешнее напряжение смещения до 40 В.

Функция быстрой регистрации записывает все измеренные значения со скоростью до 10 раз в секунду.

Измерения динамического импеданса можно выполнять с помощью расширенной функции анализа. В этих измерениях развертки выполняется определение значений импеданса для ряда значений частоты или других параметров.

Предусмотрен внешний запуск и контроль измерений через цифровые порты ввода/вывода. Функция сортировки позволяет группировать измеряемые компоненты по значениям, используя до восьми категорий.

Большой емкостной сенсорный экран является центральным элементом современного, интуитивно понятного интерфейса управления приборами и обеспечивает графическое отображение результатов измерений.

Возможности дистанционного управления и установки в стойку делают R&S®LCX отличным вариантом для системных вариантов применения.

Ключевые факты

Функции	R&S®LCX100	R&S®LCX200
Частота испытательных сигналов	0, от 4 Гц до 300 кГц	0, от 4 Гц до 10 МГц (опция)
Напряжение испытательных сигналов	от 10 мВ до 10 В	≤ 1 МГц: от 10 мВ до 10 В, ≤ 5 МГц: от 50 мВ до 2 В, > 5 МГц: от 100 мВ до 1 В
Напряжение смещения по постоянному току (внутреннее)	от 0 В до +10 В	
Ток смещения по постоянному току (внутренний)	от 0 до 200 мА	
Внешнее напряжение смещения по постоянному току, вход	от 0 В до +40 В	
Импеданс источника	100 Ом, 10 Ом	
Диапазон измерения	от 10 мОм до 100 МОм	
Основная погрешность измерений импеданса	0,05 %	



ПРЕИМУЩЕСТВА И КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Универсальный LCR-измеритель

- ▶ Высокая скорость, точность и универсальность
- ▶ Возможность выбора диапазона частот
- ▶ Испытательные сигналы для любых задач
- ▶ Смещение по постоянному току
- ▶ Измерительные функции
- ▶ Функция регистрации данных

Опции для более сложных задач

- ▶ Расширенные функции анализа R&S®LCX-K106
- ▶ Цифровые порты ввода/вывода и функция сортировки R&S®LCX-K107
- ▶ Расширенные функции смещения R&S®LCX-K108
- ▶ Расширение диапазона частот до 1 МГц/10 МГц R&S®LCX-K201/-K210

Удобство эксплуатации

- ▶ Сенсорный экран высокого разрешения
- ▶ Графическое представление измерений
- ▶ Сохранение и вызов настроек прибора

Измерительные платы

- ▶ Измерительная плата для устройств с аксиальным/радиальным выводом R&S®LCX-Z1
- ▶ Зажим Кельвина R&S®LCX-Z2
- ▶ Измерительная плата для SMD-компонентов R&S®LCX-Z3
- ▶ Испытательные щипцы для SMD-компонентов R&S®LCX-Z4
- ▶ Кабели для испытаний трансформаторов R&S®LCX-Z5
- ▶ Удлинитель BNC R&S®LCX-Z11

Идеальный выбор для использования в лабораториях и испытательных системах

- ▶ Предназначены для использования в лабораториях и системных стойках
- ▶ Поддержка полноценного дистанционного режима
- ▶ Усовершенствованная конструкция прибора: компактные размеры и бесшумная работа



УНИВЕРСАЛЬНЫЙ LCR-ИЗМЕРИТЕЛЬ

Высокая скорость, точность и универсальность

Обе модели R&S®LCX сочетают в себе высокую скорость измерений и точность, обе оснащены универсальными измерительными функциями. Поэтому эти приборы идеально подходят для проведения стандартных измерений в процессе разработки, для анализа материалов во время исследований, а также для быстрых производственных испытаний. Благодаря широкому диапазону измерений их также можно использовать в областях применения с чрезвычайно низким и чрезвычайно высоким импедансом.

Доступны три варианта длительности измерения:

- ▶ Быстрое: ≤ 15 мс
- ▶ Средний: ≤ 100 мс
- ▶ Медленное: ≤ 500 мс

Основная погрешность измерений импеданса составляет $\pm 0,05\%$, а фазовых измерений — $\pm 0,03^\circ$.

Возможность выбора диапазона частот

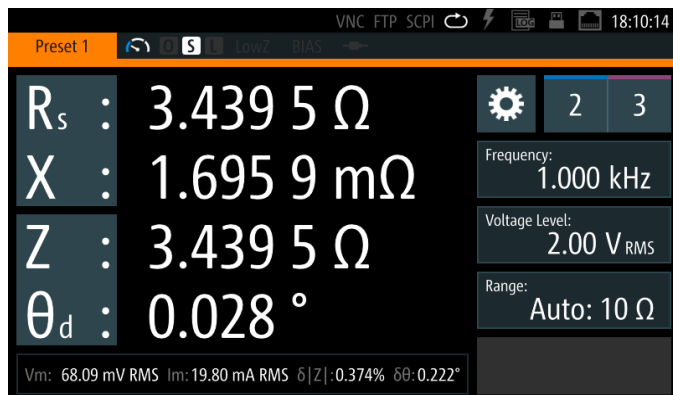
Все модели R&S®LCX выполняют измерения при постоянном токе. Диапазон переменного тока начинается уже с 4 Гц. Верхний предел частоты для R&S®LCX100 составляет 300 кГц. В базовой конфигурации R&S®LCX200 рассчитан на работу с максимальной частотой 500 кГц; однако этот предел частоты можно увеличить до 1 МГц или 10 МГц. А значит, этот прибор идеален для любой области применения и любого бюджета.

Испытательные сигналы для любых задач

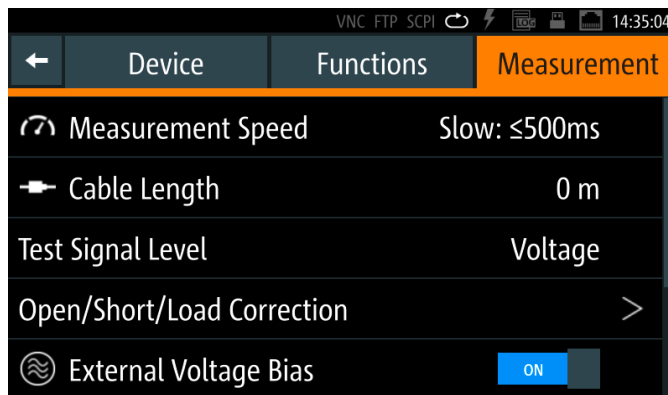
Поддерживается формирование испытательных сигналов с напряжением от 10 мВ до 10 В и силой тока до 200 мА. Приборы позволяют выбирать выходной импеданс: 100 Ом или 10 Ом. Фактический ток и подаваемое напряжение измеряются с помощью функции монитора.

Смещение по пост. току

Во многих областях применения необходимо регулируемое смещение по постоянному току для измерения компонентов C и L в разных контрольных точках. R&S®LCX100 и R&S®LCX200 генерируют напряжение смещения по постоянному току до 10 В. В качестве опции доступно задание тока смещения по постоянному току (до 200 мА). Через внешний разъем на задней панели (опция R&S®LCX-K108) можно подать напряжение смещения по постоянному току до 40 В, используя стандартный источник питания постоянного тока, например R&S®NGA.



Одновременно на дисплее может отображаться до четырех параметров измерения



Испытательные сигналы и функции измерения могут быть настроены требуемым образом

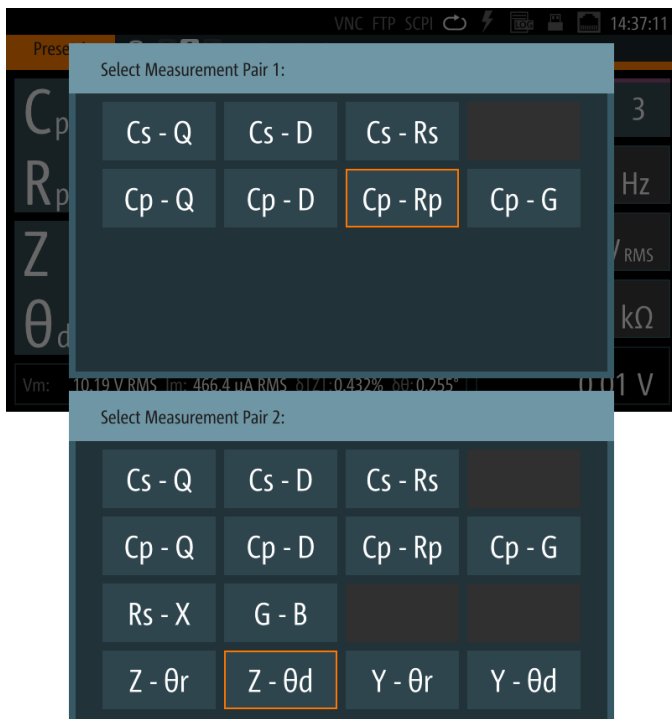
Измерительные функции

Помимо большого количества различных измерений импеданса, оба LCR-измерителя R&S®LCX могут выполнять измерения трансформаторов, а также сопротивлений с постоянным напряжением. На дисплее можно одновременно отобразить до четырех параметров измерения, а функции измерения выбираются парами из следующей таблицы:

Функция регистрации данных

LCR-измерители R&S®LCX предлагают функцию быстрой регистрации для записи всех измеренных значений. Эти данные могут быть сохранены на внешнем USB-накопителе или переданы на внешний ПК через USB либо локальную сеть. При скорости передачи данных до 10 отсчетов/с измеренные значения доступны каждые 100 мс.

Список функций измерения	
Cp	Значение емкости, измеренное с помощью модели параллельной эквивалентной цепи
Cs	Значение емкости, измеренное с помощью модели последовательной эквивалентной цепи
Lp	Значение индуктивности, измеренное с помощью модели параллельной эквивалентной цепи
Ls	Значение индуктивности, измеренное с помощью модели последовательной эквивалентной цепи
D	Коэффициент рассеяния
Q	Коэффициент качества (величина, обратная D)
G	Эквивалентная параллельная проводимость, измеренная с помощью модели параллельной эквивалентной цепи
Rp	Эквивалентное параллельное сопротивление, измеренное с помощью модели параллельной эквивалентной цепи
Rs	Эквивалентное последовательное сопротивление, измеренное с помощью модели последовательной эквивалентной цепи
Rdc	Сопротивление постоянному току
R	Сопротивление
X	Реактивное сопротивление
Z	Импеданс
Y	Адмитанс
θ_d	Фазовый угол импеданса/адмитанса (градусы)
θ_r	Фазовый угол импеданса/адмитанса (радианы)
B	Реактивная проводимость
O	Взаимная индуктивность
N	Коэффициент трансформации



Измерительные функции выбираются парами

ОПЦИИ ДЛЯ БОЛЕЕ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

Расширенные функции анализа R&S®LCX-K106

В большинстве случаев LCR-измеритель используется для измерения значений импеданса. Однако в зависимости от типа компонента эти значения на разных частотах и уровнях различаются в большей или меньшей степени.

Опция R&S®LCX-K106, активируемая с помощью ввода программного ключа (необходимо заказывать отдельно), позволяет измерять динамический импеданс. В этих измерениях развертки выполняется определение значений импеданса для ряда значений частоты. В качестве параметров развертки также могут использоваться значения напряжения или тока испытательных сигналов или сигнала смещения. Результаты отображаются в виде таблиц и графически.

Цифровые порты ввода/вывода и функция сортировки R&S®LCX-K107

Еще одной опцией для приборов R&S®LCX100/LCX200 является комплект цифровых портов ввода/вывода. Он включает вход запуска (реализованный в виде разъема BNC) и восемь линий данных для сортировки. Эта функция позволяет разделить результаты измерений на восемь диапазонов допуска и распределить измеренные компоненты с учетом их значений (управляемых с помощью этих цифровых линий) по сортировочным контейнерам, установленным заказчиком.

Аппаратно опция R&S®LCX-K107 уже установлена; функция активируется с помощью ввода программного ключа.



Цифровые порты ввода/вывода на задней панели

Расширенные функции смещения R&S®LCX-K108

В стандартной комплектации R&S®LCX100 и R&S®LCX200 генерируют внутренние напряжения смещения по постоянному току до 10 В. Это позволяет выполнять широкий спектр измерений.

Опция R&S®LCX-K108 расширяет диапазон возможных вариантов применения. Во-первых, она обеспечивает более широкий диапазон напряжения при использовании портов внешнего смещения на задней панели LCR-измерителей. На два безопасных гнезда 4 мм можно подать напряжение до 40 В, например, от внешнего источника питания.

В этом случае для защиты от высокого тока используется доступный извне плавкий предохранитель на 0,5 А.

Во-вторых, эта опция обеспечивает работу внутреннего источника смещения в режиме регулирования тока с регулируемым током до 200 мА.

Как и в случае предыдущей опции, аппаратно опция R&S®LCX-K108 уже установлена. Ее можно активировать с помощью ввода программного ключа (необходимо заказывать отдельно).



Порты для внешнего напряжения смещения на задней панели

Расширение диапазона частот до 1 МГц/10 МГц R&S®LCX-K201/-K210

В LCR-измерителе R&S®LCX200 установлено более мощное аппаратное обеспечение для анализа, чем в R&S®LCX100. Помимо постоянного тока, базовый блок R&S®LCX200 поддерживает полосу частот от 4 Гц до 500 кГц. В зависимости от требований к измерениям, к прибору можно в любой момент добавить опцию R&S®LCX-K201, чтобы расширить полосу пропускания до 1 МГц. Также доступна опция R&S®LCX-K210 для расширения полосы пропускания до 10 МГц.

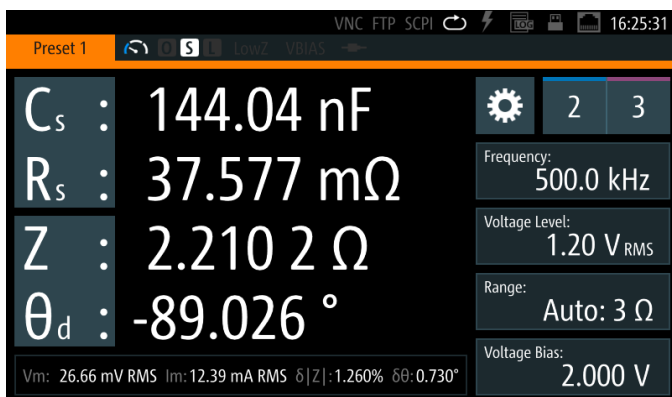
Обе опции активируются с помощью ключевых кодов, так что их можно установить на R&S®LCX200 в любое время; не нужно вносить изменения в аппаратную часть или выполнять дополнительную калибровку.

УДОБСТВО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Сенсорный экран высокого разрешения

Большой емкостный сенсорный экран — центральный элемент управления LCR-измерителей R&S®LCX. Виртуальная клавиатура для ввода необходимого значения отображается после легкого прикосновения к численному параметру. Кроме того, напряжение, ток и частоту можно задавать с помощью поворотной ручки. Доступ и работу с редко используемыми функциями можно выполнять с помощью меню.

Благодаря высокому разрешению такой экран устанавливает новые стандарты для LCR-измерителей. Большой высококонтрастный дисплей облегчает считывание всех измеренных значений даже издалека. На него можно вывести разнообразную дополнительную информацию, например настройки или статистические данные. Значки четко отображают состояние установленных специальных функций.



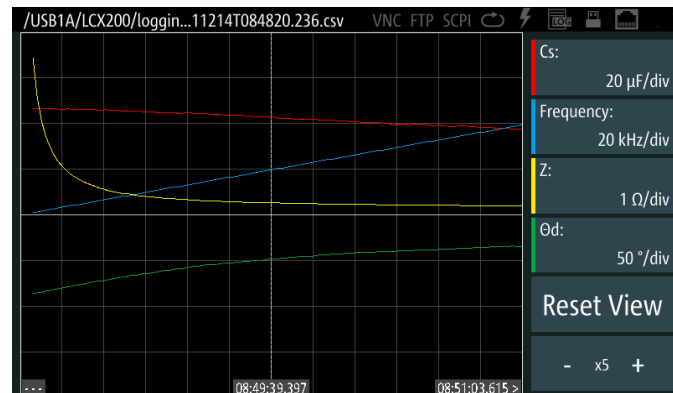
Измеренные значения отображаются с разрешением до 5 разрядов. Одновременно может отображаться до четырех измеренных значений.



Виртуальная клавиатура для ввода численных значений

Графическое представление измерений

На большом экране также можно отображать графики. Можно выбрать до четырех измерительных функций и построить их графики от времени, а также дополнительно отметить минимальные и максимальные значения.



Экран с высоким разрешением также можно использовать для отображения графических презентаций. В этом примере показаны кривые измерения импеданса конденсатора.

Сохранение и вызов настроек прибора

Функции сохранения и вызова облегчают сохранение и вызов часто используемых настроек. Три настройки прибора доступны непосредственно с сенсорного экрана. Другие настройки сохраняются без ограничений.



Три настройки прибора можно вызвать непосредственно с сенсорного экрана.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

LCR-измерители от компании Rohde & Schwarz могут выполнять измерения широкого спектра компонентов. Доступны испытательные приспособления для компонентов различной формы.

Метод измерения с автобалансирующим мостом (мост Кельвина) требует прокладки соответствующей пары испытательных отводов до измеряемого компонента (четырёхконтактное измерение). Все испытательные приспособления обеспечивают выполнение этого требования, помогая выполнять точные измерения и минимизировать паразитный импеданс.

Приспособления легко соединяются с базовым блоком с помощью зажимных рычагов.

Испытательное приспособление для устройств с аксиальным/радиальным выводом R&S®LCX-Z1

Это испытательное приспособление имеет два подпружиненных слота, в которые можно вставлять устройства с аксиальным/радиальным выводом. Для компенсации короткого замыкания добавлена короткозамыкающая перемычка.



Зажим Кельвина R&S®LCX-Z2

Зажимы Кельвина R&S®LCX-Z2 используются для подключения компонентов, которые, например из-за их размера, нельзя проверить с помощью обычных испытательных приспособлений. Две половины каждого зажима Кельвина изолированы друг от друга и поэтому подключаются к линиям CUR и POT по отдельности. Это гарантирует, что два испытательных отвода соединены только непосредственно в ИУ.



Испытательное приспособление для SMD-компонентов R&S®LCX-Z3

Испытательное приспособление для SMD R&S®LCX-Z3 идеально подходит для квалификационных испытаний SMD-компонентов. Концевые выводы измеряемого SMD-компонента зажимаются между двумя контактными штырьками (измерительными контактами).



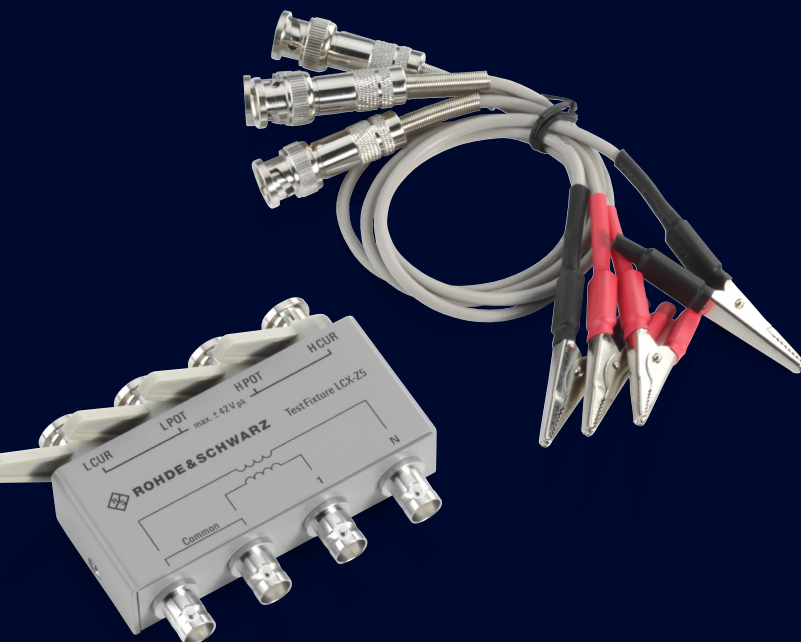
Испытательные щипцы для SMD-компонентов R&S®LCX-Z4

Аналогично упомянутым выше зажимам Кельвина, испытательные щипцы можно использовать для подключения SMD-компонентов, которые невозможно поместить в испытательное приспособление для SMD.



Кабели для испытаний трансформаторов R&S®LCX-Z5

Это испытательное приспособление предназначено для испытаний трансформаторов и преобразователей с помощью функций измерения параметров трансформаторов, которые предусмотрены в LCR-измерителе R&S®LCX. Это удобный инструмент для измерения взаимной индуктивности (M), коэффициента трансформации (N) и фазового угла (ϕ) трансформатора в диапазоне частот до 100 кГц. Для выполнения измерения первичная и вторичная обмотки измеряемого трансформатора подключаются к испытательным отводам в соответствии с принципиальной схемой, которая напечатана на испытательном приспособлении.



Удлинитель BNC R&S®LCX-Z11

Этот удлинитель длиной 1 м позволяет использовать испытательное приспособление на некотором расстоянии от измерительного прибора. Базовый блок компенсирует воздействие кабелей.



ИДЕАЛЬНЫЙ ВЫБОР ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛАБОРАТОРИЯХ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Предназначены для использования в лабораториях и системных стойках

LCR-измерители R&S®LCX — идеальный выбор для сложных задач. Они используются в лабораториях НИОКР и интегрированы в системы производственных испытаний.

Приборы могут быть установлены в 19-дюймовые стойки с помощью держателя для стойки R&S®ZZA-GE23. Компактность конструкции имеет важнейшее значение для использования в испытательных системах.

Поддержка полноценного дистанционного режима

Для использования в испытательных системах возможно дистанционное управление LCR-измерителями R&S®LCX. Доступны следующие типы интерфейсов:

- ▶ Интерфейсы USB и LAN (Ethernet) устанавливаются в стандартной комплектации. С помощью этих интерфейсов можно дистанционно управлять всеми параметрами прибора.
- ▶ Интерфейс IEEE-488 (GPIB) (опция R&S®NG-B105). Пользователь также может установить интерфейс R&S®NG-B105 с портом IEEE-488 (GPIB).

Усовершенствованная конструкция прибора: компактные размеры и бесшумная работа

Свободное пространство на рабочих столах и в стойках всегда ограничено. LCR-измерители R&S®LCX компактны и занимают немного места.

Функционирование встроенного вентилятора зависит от температуры, поэтому вентилятор чаще всего работает с низкой скоростью, что снижает уровень рабочего шума.



Все интерфейсы дистанционного управления доступны на задней панели прибора (пример: R&S®LCX200 с установленной опцией IEEE-488)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Определения

Общее

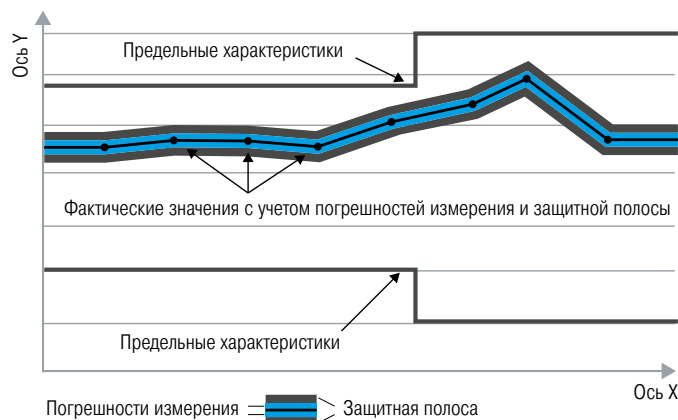
Данные характеристики приведены для следующих условий:

- ▶ Хранение в течение трех часов при температуре окружающей среды с последующим 30-минутным прогревом
- ▶ Все данные действительны при температуре +23 °C (-3 °C/+7 °C) после 30-минутного прогрева
- ▶ Соответствие указанным условиям окружающей среды
- ▶ Соблюдение рекомендуемого межкалибровочного интервала
- ▶ Выполнение всех внутренних автоматических регулировок

Характеристики с предельными значениями

Представление гарантированных характеристик изделия с помощью диапазона значений для указанного параметра. Эти характеристики маркируются символами ограничения, такими как <, ≤, >, ≥, ±, или словами, например максимум, не более, минимум. Соответствие требованиям проверяется во время испытаний или обеспечивается конструкцией.

Пределы при испытаниях сужаются, если это возможно, полями допусков, учитывающими погрешность измерений, дрейф и старение.



Характеристики без предельных значений

Представление гарантированных характеристик изделия для указанного параметра. Эти характеристики не имеют специальной маркировки и представляют собой значения без или с пренебрежимо малым отклонением от указанного значения (например, размеры или разрешение настраиваемого параметра). Соответствие требованиям обеспечивается конструкцией.

Типичные значения (тип.)

Описывают характеристики изделия с помощью репрезентативной информации для заданного параметра. При наличии маркировки <, > или указании диапазона представляют собой характеристики, которые свойственны примерно 80% приборов во время производства. В противном случае параметр описывает среднее значение характеристики.

Номинальные значения (ном.)

Описывают характеристики изделия с помощью репрезентативного значения заданного параметра (например, номинального импеданса). В отличие от типичного значения, не используется статистическая обработка, и параметр не проверяется во время производства.

Измеренные значения (изм.)

Описывают ожидаемые характеристики изделия на основе результатов измерения отдельных образцов.

Погрешности

Представляют пределы погрешности измерений для заданной измеряемой величины. Погрешность вычисляется с коэффициентом охвата 2 и рассчитывается в соответствии с руководством по определению погрешности в процессе измерения (GUM) с учетом условий окружающей среды, старения и износа.

Настройки устройств и параметры графического пользовательского интерфейса указываются следующим образом: «параметр: значение».

Компания Rohde & Schwarz не гарантирует соответствие типичным, а также номинальным и измеренным значениям.

В соответствии со стандартом 3GPP частота следования элементарных посылок указывается в Мпос/с (миллион посылок в секунду), тогда как скорость передачи битов и символьная скорость указываются в Гбит/с (миллиард битов в секунду), Мбит/с (миллион битов в секунду), кбит/с (тысяча битов в секунду), Мсимв/с (миллион символов в секунду) или ксимв/с (тысяча символов в секунду), а частота дискретизации указывается в миллионах отсчетов в секунду. Гбит/с, Мпос/с, Мбит/с, Мсимв/с, кбит/с, ксимв/с и миллион отсчетов в секунду не являются единицами системы СИ.

Все данные действительны при температуре +23 °C (- 3 °C/+ 7 °C) после 60-минутного прогрева. Все значения напряжения/тока являются сред-неквадратическими, если не указано иное.

Испытательные сигналы

Частота испытательных сигналов

Диапазон частот	R&S®LCX100	0, от 4 Гц до 300 кГц
	R&S®LCX200	0, от 4 Гц до 500 кГц
	R&S®LCX200 с опцией R&S®LCX-K201	0, от 4 Гц до 1 МГц
	R&S®LCX200 с опцией R&S®LCX-K210	0, от 4 Гц до 1 МГц (при 10 Ом), 0, от 4 Гц до 10 МГц (при 100 Ом)
Разрешение по частоте		от 4 Гц до < 1 кГц: 0,1 Гц, от 1 кГц до < 10 кГц: 1 Гц, от 10 кГц до < 100 кГц: 10 Гц, от 100 кГц до < 1 МГц: 100 Гц, от 1 МГц до 10 МГц: 1 кГц
Погрешность частоты		±100 ppm

Режимы испытательных сигналов

Режимы		напряжение разомкнутой цепи (V), ток короткого замыкания (C), Сопротивление пост. току (Rdc)
--------	--	---

Импеданс испытательных сигналов

Импеданс источника		100 Ом, 10 Ом
Погрешность импеданса источника	± (% от установленного значения + смещение)	< 2% + 200 мА (ном.)

Уровень испытательных сигналов

Спецификации действительны для измерений импеданса (измерения переменного тока), а также для измерений Rdc.¹⁾

Напряжение испытательных сигналов (при 100 Ом)

Напряжение	без нагрузки	
Диапазон напряжения		≤ 1 МГц: от 10 мВ до 10 В ²⁾ , ≤ 5 МГц: от 50 мВ до 2 В, > 5 МГц: от 100 мВ до 1 В
Разрешение по напряжению		≤ 2 В: 1 мВ, > 2 В: 10 мВ
Погрешность установки напряжения в режиме V	± (% от установленного значения + смещение)	≤ 1 МГц: < 5% + 2,5 мВ, > 1 МГц: < 10% + 5 мВ, > 5 МГц: < 15% + 10 мВ

Напряжение испытательных сигналов (при 10 Ом)

Напряжение	без нагрузки	
Диапазон напряжения		≤ 100 кГц: от 10 мВ до 2 В, > 100 кГц и ≤ 1 МГц: от 10 мВ до 1 В
Разрешение по напряжению		1 мВ
Погрешность установки напряжения в режиме V	± (% от установленного значения + смещение)	< 5% + 2,5 мВ (изм.)

Ток испытательных сигналов (при 100 Ом)

Диапазон тока		≤ 1 МГц: от 1 мА до 100 мА, ≤ 5 МГц: от 0,5 мА до 20 мА, > 5 МГц: от 1 мА до 10 мА
Разрешение по току		≤ 20 мА: 10 мкА, > 20 мА: 100 мкА
Погрешность установки тока в режиме C	± (% от установленного значения + смещение)	≤ 1 МГц: < 5% + 25 мкВ (изм.), > 1 МГц: < 10% + 50 мкВ (изм.)

Ток испытательных сигналов (при 10 Ом)

Диапазон тока		≤ 100 кГц: от 1 мА до 200 мА, > 100 кГц до ≤ 1 МГц: от 1 мА до 100 мА
Разрешение по току		100 мкА
Погрешность установки тока в режиме C	± (% от установленного значения + смещение)	< 5% + 25 мкВ (изм.)

Монитор испытательных сигналов

Монитор	Компонент переменного тока	напряжение, ток
Погрешность монитора напряжения	± (% от измеренного значения + смещение)	≤ 1 МГц: ≤ 2,5% + 5 мВ
Погрешность монитора тока	± (% от измеренного значения + смещение)	≤ 1 МГц: ≤ 2,5% + 50 мкА

¹⁾ Все характеристики тестовых сигналов для напряжений < 100 мВ и токов < 1 мА действительны только для измерителей R&S®LCX100 с версией встроенного ПО 02.036 и для измерителей R&S®LCX200 с серийными номерами ≥ 102 000.

²⁾ При использовании испытательного кабеля длиной 1 м максимальное испытательное напряжение снижается до 9,5 В.

Сигналы смещения по постоянному току

Внутреннее напряжение смещения

Диапазон напряжения ³⁾	при импедансе источника 100 Ом	от 0 В до 10 В (пост. ток)
	при импедансе источника 10 Ом	от 0 В до 2 В (пост. ток)
Разрешение по напряжению		10 мВ
Погрешность установки напряжения	± (% от установленного значения + смещение)	испытательный сигнал < 5 В: < (1% + 4 мВ) × K _t испытательный сигнал ≥ 5 В: < (1% + 12 мВ) × K _t
K_t (температурный коэффициент)	+23 °C (-3 °C/+7 °C)	1
	другая температура	1 + 0,1 × abs(T _a - 23)
Внутренний ток смещения	требуется R&S®LCX-K108	
Диапазон тока		от 0 мА до 200 мА (пост. ток)
Разрешение по току		1 мА
Погрешность установки тока	± (% от установленного значения + смещение)	< 1% + 1 мА
Максимальное сопротивление постоянному току ИУ	при импедансе источника 100 Ом	50 Ом
	при импедансе источника 10 Ом	5 Ом
Внешнее напряжение смещения⁴⁾	требуется R&S®LCX-K108	
Диапазон напряжения		от 0 В до +40 В (пост. ток)
Разрешение монитора напряжения		11 мВ
Точность измерения	± (% от измеренного значения + смещение)	< 2,5% + 44 мВ

Измерения

Измерительные функции		L, C, R, Z, X, Y, G, B, D, Q, , M, N, Rdc
Диапазон измерения импеданса	при импедансе источника 100 Ом	от 100 мОм до 100 МОм
	при импедансе источника 10 Ом	от 10 мОм до 100 Ом
Диапазон измерения фазы		от -180° до +180°
Выбор диапазона		автоматически, вручную
Длина кабеля		0 м, 1 м
Максимальная длина испытательного кабеля		1 м
Время измерения	Частота испытаний ≥ 1 кГц	быстрое: ≤ 15 мс, средний: ≤ 100 мс, медленное: ≤ 500 мс
Усреднение		от 1 до 256 измерений
Функция компенсации		XX, K3, нагрузка
Пределы XX		≤ 5 МГц; мин. 100 кОм, > 5 МГц; мин. 10 кОм
Пределы K3		≤ 5 МГц; макс. 3 Ом, > 5 МГц; макс. 10 Ом

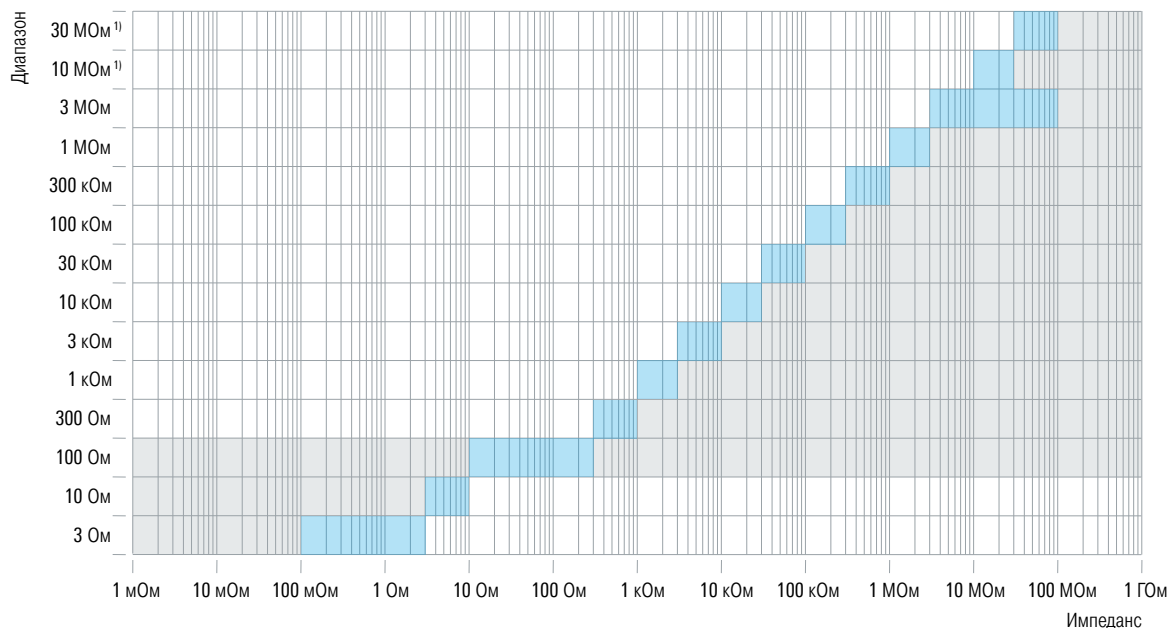
³⁾ Комбинированное выходное напряжение (внутреннее напряжение смещения + напряжение тестового сигнала) ограничено до 15 В (пиковое значение).

⁴⁾ При использовании внешнего напряжения смещения уровень тестового сигнала ограничен до 2 В.

Диапазоны измерения

Для $R_{ист.} = 100 \text{ Ом}$

Диапазоны измерения с указанными характеристиками Дополнительные доступные диапазоны измерения



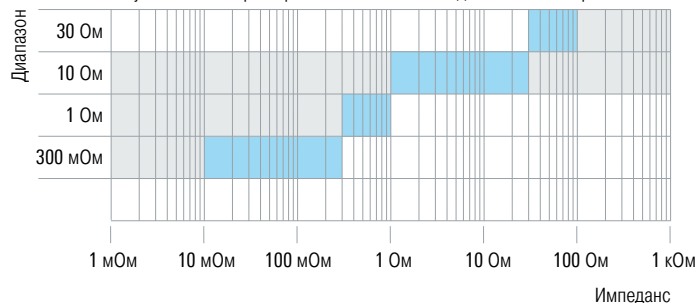
¹⁾ Доступно только для испытательных сигналов с уровнем > 2 В.

Заданные диапазоны измерения для $R_{ист.} = 100 \text{ Ом}$

- ▶ диапазон 3 Ом: от 0,1 Ом до 3 Ом
- ▶ диапазон 10 Ом: от 3 Ом до 10 Ом
- ▶ диапазон 100 Ом: от 10 Ом до 300 Ом
- ▶ диапазон 300 Ом: от 300 Ом до 1 кОм
- ▶ диапазон 1 кОм: от 1 кОм до 3 кОм
- ▶ диапазон 3 кОм: от 3 кОм до 10 кОм
- ▶ диапазон 10 кОм: от 10 кОм до 30 кОм
- ▶ диапазон 30 кОм: от 30 кОм до 100 кОм
- ▶ диапазон 100 кОм: от 100 кОм до 300 кОм
- ▶ диапазон 300 кОм: от 300 кОм до 1 МОм
- ▶ диапазон 1 МОм: от 1 МОм до 3 МОм
- ▶ диапазон 3 МОм: от 3 МОм до 100 МОм
- ▶ 10 МОм (только > 2 В): от 10 МОм до 30 МОм
- ▶ 30 МОм (только > 2 В): от 30 МОм до 100 МОм

Для $R_{ист.} = 10 \text{ Ом}$ (режим низкого Z)

Диапазоны измерения с указанными характеристиками Дополнительные доступные диапазоны измерения

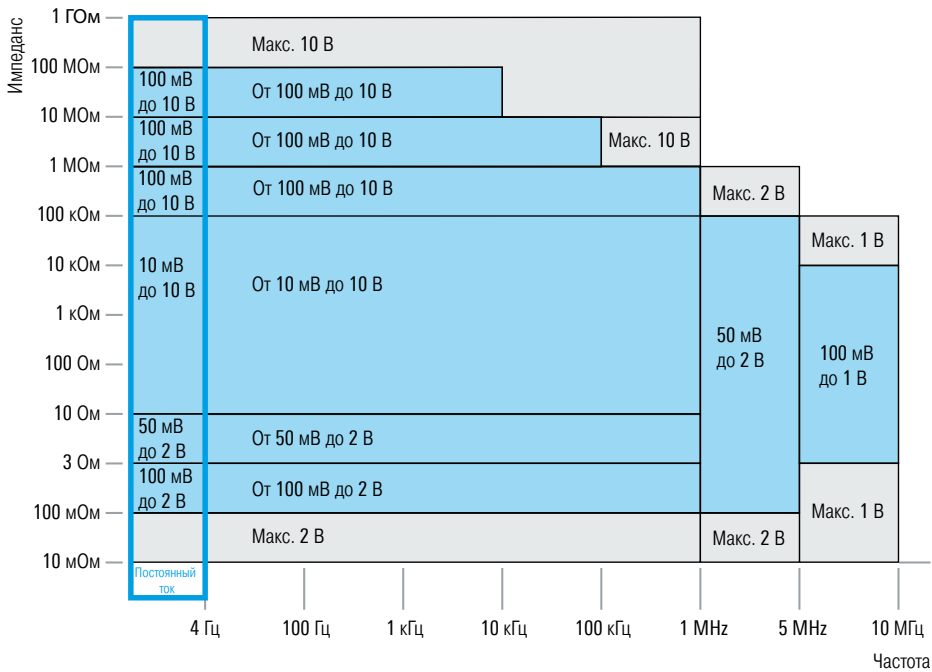


Заданные диапазоны измерения для $R_{ист.} = 10 \text{ Ом}$

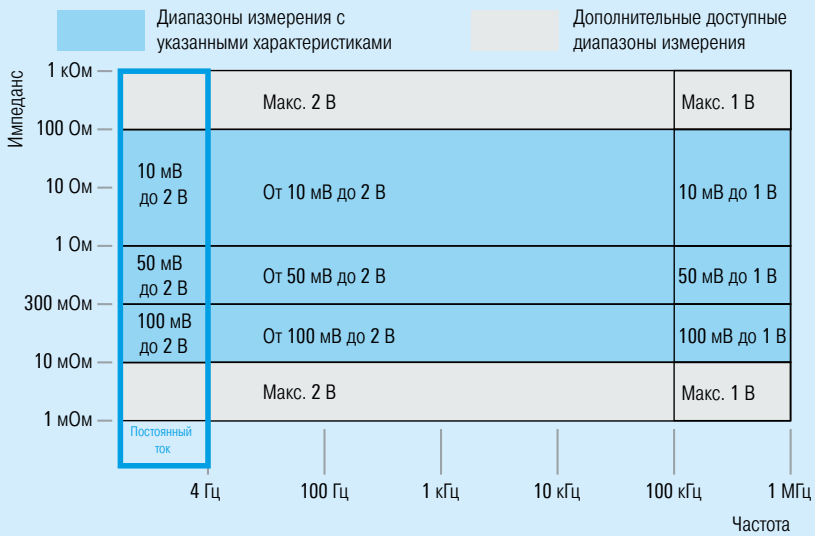
- ▶ диапазон 0,3 Ом: от 0,01 Ом до 0,3 Ом
- ▶ диапазон 1 Ом: от 0,3 Ом до 1 Ом
- ▶ диапазон 10 Ом: от 1 Ом до 30 Ом
- ▶ диапазон 30 Ом: от 30 Ом до 100 Ом

Диапазоны измерения

Для $R_{ист.} = 100 \text{ Ом}$



Для $R_{ист.} = 10 \text{ Ом}$ (режим низкого Z)



¹⁾ Все характеристики тестовых сигналов для напряжений < 100 мВ и токов < 1 мА действительны только для LCR-измерителей R&S®LCX100 с версией встроенного ПО 02.036 и для LCR-измерителей R&S®LCX200 с серийными номерами ≥ 102000.

Точность измерения

Погрешность измерения определяется по следующему правилу:

Погрешность измерения импеданса (Z):

Погрешность измерения импеданса в % = основная погрешность $\times K_{cal} \times K_{m} \times K_{cl} \times K_b \times K_t \times K_f$

Абсолютная погрешность импеданса в % = погрешность измерения импеданса в % + погрешность калибровки импеданса %

Погрешность измерения фазы (Phi):

Погрешность измерения фазы в градусах ($^{\circ}$) = $(180/\pi) \times$ импеданс (погрешность измерения в %/100)

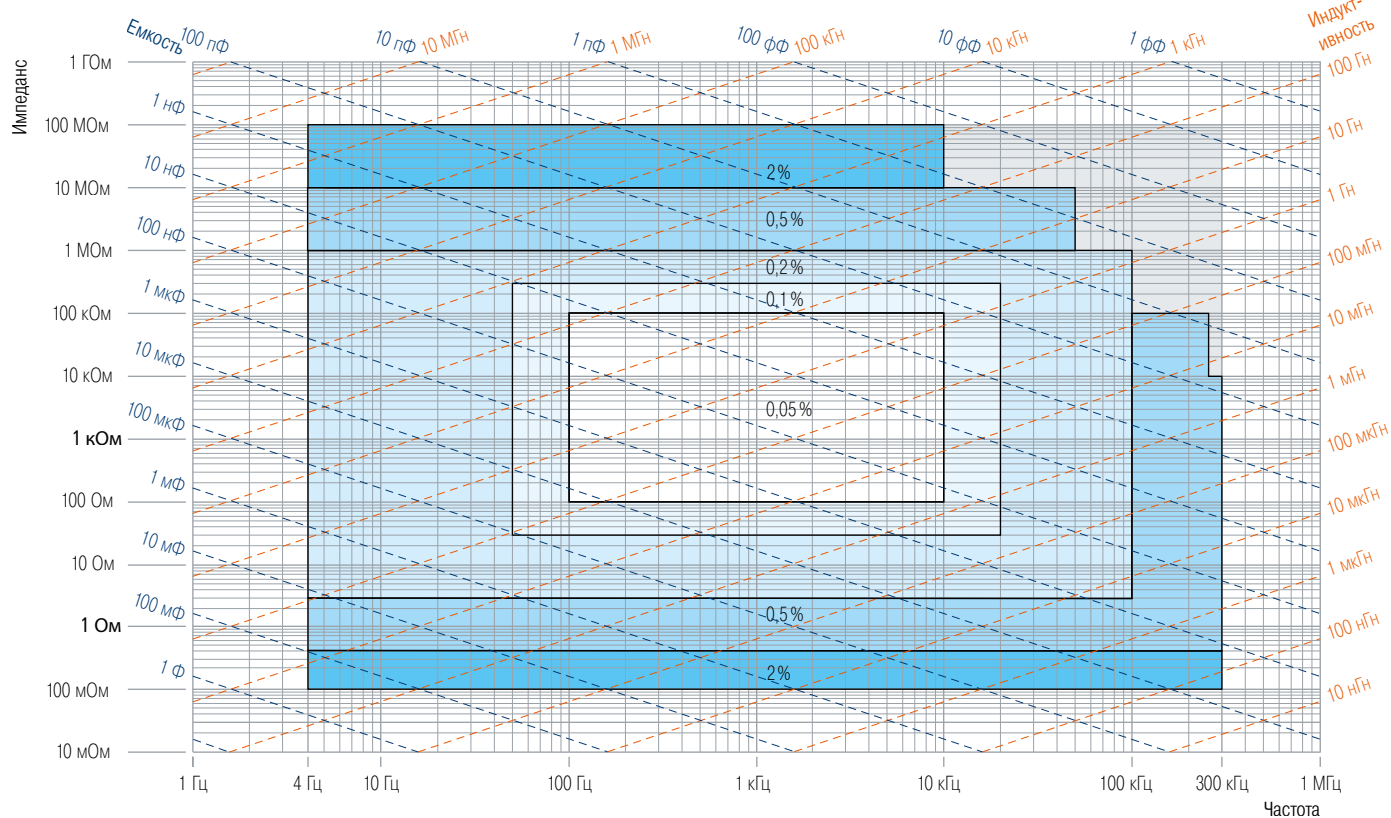
Минимальная погрешность измерения составляет 0,03 $^{\circ}$.

Абсолютная погрешность фазы в градусах ($^{\circ}$) = погрешность измерения фазы в $^{\circ}$ + погрешность калибровки фазы в $^{\circ}$

Основная погрешность (BA) R&S[®]LCX100 для $R_{ист.} = 100 \text{ Ом}$

BA в % = погрешность в % + $(Z_{ин}/Z_0 \times 100) + (Z_0/Z_{ин} \times 100)$

$Z_{ин}$ представляет измеренный импеданс; Z_0 и Z_s указаны в таблице ниже



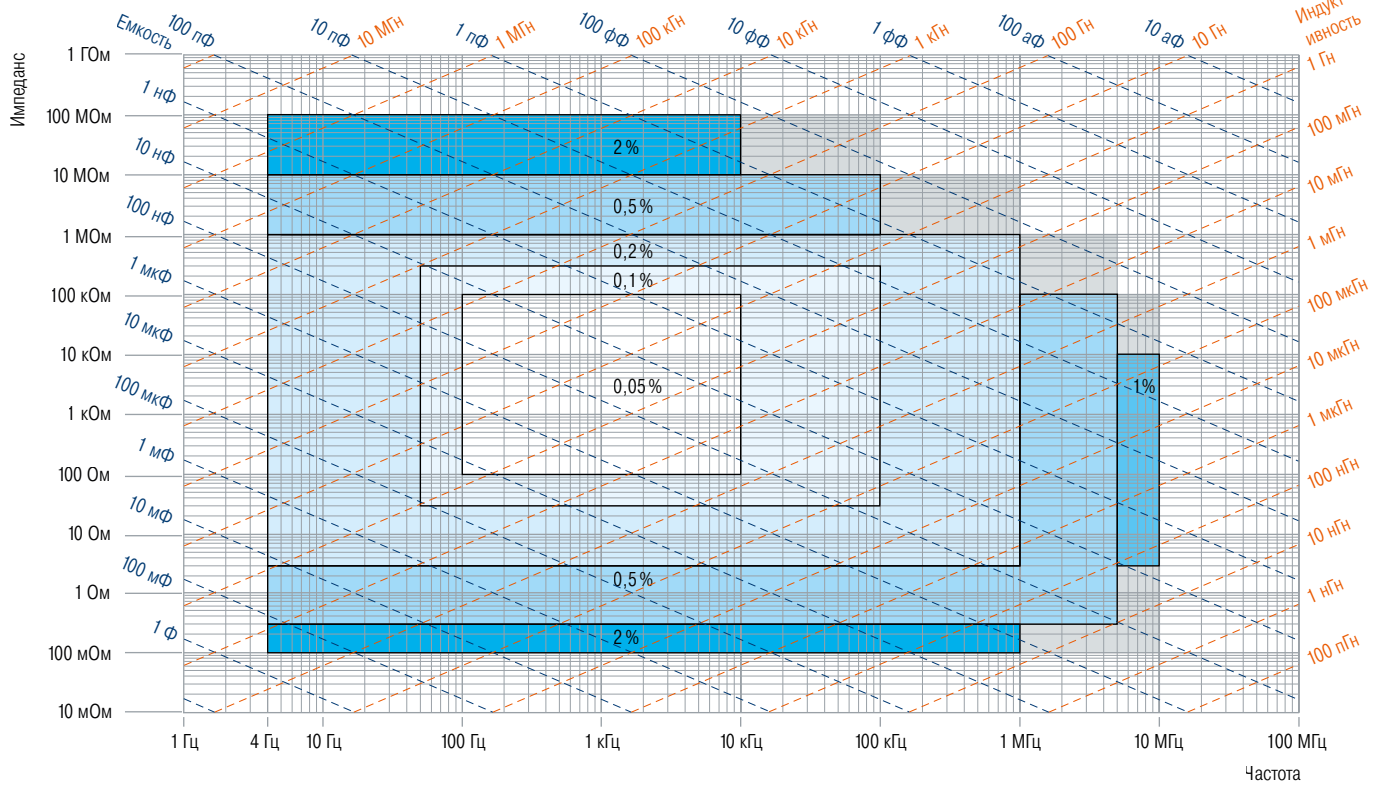
Импеданс ХХ/КЗ	Частота испытательных сигналов	Z_0	Z_s
	$\leq 1 \text{ кГц}$	2 ГОм	1 МОм
	от 1 кГц до $\leq 10 \text{ кГц}$	1 ГОм	1 МОм
	от 10 кГц до $\leq 100 \text{ кГц}$	250 МОм	1,5 МОм
	от 100 кГц до $\leq 300 \text{ кГц}$	100 МОм	2,5 МОм

Точность измерения

Основная погрешность (BA) R&S®LCX200 для $R_{ист.} = 100 \text{ Ом}$

BA в % = погрешность в % + $(Z_m/Z_0 \times 100)$ + $(Z_0/Z_m \times 100)$

Z_m представляет измеренный импеданс; Z_0 и Z_s указаны в таблице ниже



Импеданс ХХ/КЗ	Частота испытательных сигналов	Z_0	Z_s
	$\leq 1 \text{ кГц}$	2 ГОм	1 МОм
	от 1 кГц до $\leq 10 \text{ кГц}$	1 ГОм	1 МОм
	от 10 кГц до $\leq 100 \text{ кГц}$	250 МОм	1,5 МОм
	от 100 кГц до $\leq 1 \text{ МГц}$	150 МОм	1,5 МОм
	от 1 МГц до $\leq 5 \text{ МГц}$	10 МОм	10 МОм
	от 5 МГц до $\leq 10 \text{ МГц}$	1 МОм	30 МОм

Если контрольные точки находятся на границе деления по частоте, применяется основная погрешность для более низких частот, чем наблюдаемая частота.

▷ Пример: 1 кОм при 1 МГц ▷ основная погрешность 0,2% или 1 кОм при 100 Гц ▷ основная погрешность 0,1%

Если контрольные точки находятся на границе деления по импедансу, применяется основная погрешность для более высокого импеданса, чем наблюдаемый импеданс.

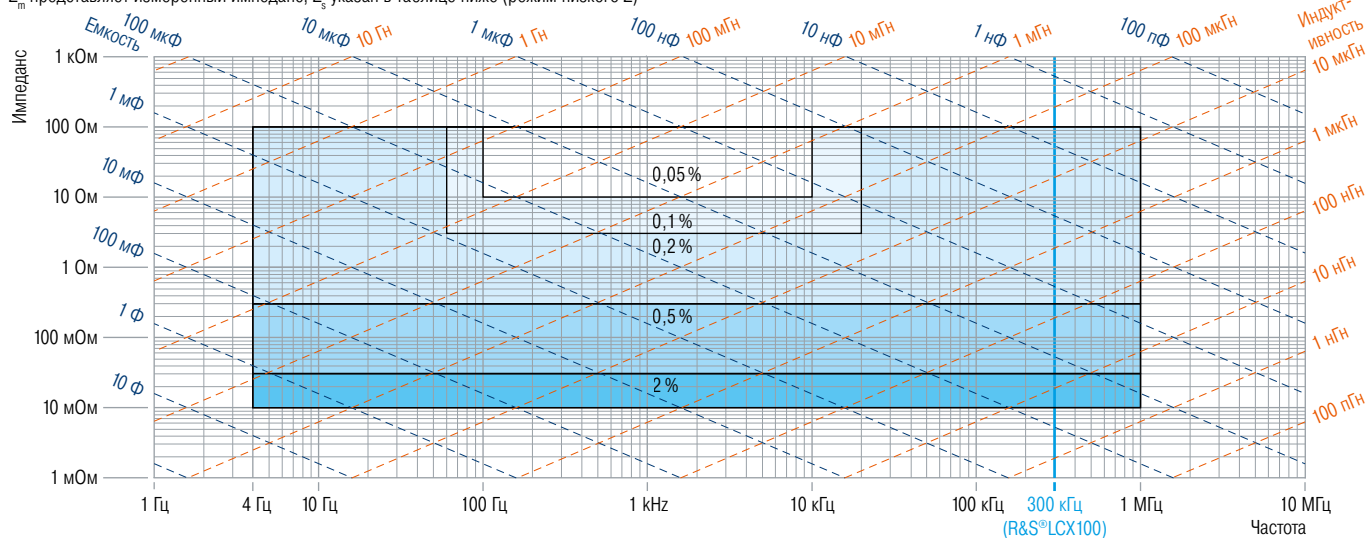
▷ Пример: 100 кОм при 1 кГц ▷ основная погрешность 0,1% или 3 Ом при 1 Гц ▷ основная погрешность 0,2%

Точность измерения

Основная погрешность (ВА) R&S®LCX100/LCX200 для $R_{ист.} = 10 \text{ Ом}$ (режим низкого Z)

ВА в % = погрешность в % + $(Z_s/Z_m \times 100)$

Z_m представляет измеренный импеданс; Z_s указан в таблице ниже (режим низкого Z)



Импеданс КЗ

Частота испытательных сигналов

Z_s

≤ 10 кГц

0,5 МОм

от 10 кГц до ≤ 100 кГц

1 МОм

от 100 кГц до ≤ 1 МГц

1,5 МОм

Точность измерения

Основная погрешность (ВА) измерений Rdc для $R_{ист.} = 100 \text{ Ом}$

ВА в % = погрешность в % + $(Z_m/20 \text{ ГОм} \times 100) + (1 \text{ МОм}/Z_m \times 100)$

Z_m представляет измеренный импеданс

Диапазон импеданса

Погрешность

< 300 МОм

2,0%

от 300 МОм до < 30 Ом

0,5%

от 30 Ом до < 100 Ом

0,2%

от 100 Ом до < 100 кОм

0,1%

от 100 кОм до < 300 кОм

0,2%

от 300 кОм до < 10 МОм

0,5%

от 10 МОм до 100 МОм

2,0%

Точность измерения

K_{sl} (коэффициент уровня)

Sv

K_{sl}

от 0 мВ до 200 мВ

$1 + 0,2/Sv^{5)}$

от > 200 мВ до 500 мВ

$0,5 + 0,5/Sv$

от > 500 мВ до 1 В

$1/Sv$

от > 1 В до 2 В

$0,5 + 2/Sv$

от > 2 В до 5 В

$1 + 5/Sv$

от > 5 В до 10 В

$1 + 10/Sv$

K_{ms} (коэффициент скорости измерения)

fast (быстрый режим)

8

medium (средний)

3

slow (медленный режим)

1

K_{cl} (коэффициент длины кабеля)

0 м

1

1 м

1,5

⁵⁾ Sv: значение установки в В.

Точность измерения

K_b (коэффициент смещения)	настройка смещения	K_b
	напряжение смещения включено (внутреннее или внешнее напряжение смещения)	2
	ток смещения включен	5 (для частоты испытаний < 1 кГц), 2 (для частоты испытаний ≥ 1 кГц)
	смещение выключено	1
K_t (температурный коэффициент)	+23°C (-3°C/+7°C)	1
	другая температура	$1 + 0,1 \times \text{abs}(T_a - 23)$
K_f (коэффициент частоты)	частота испытательных сигналов ≤ 300 кГц	1
	частота испытательных сигналов > 300 кГц	$(f + 4550)/4850$ с f в кГц

Погрешность калибровки R&S®LCX100/LCX200 для $R_{\text{ист.}} = 100 \text{ Ом}$ и ≤ 2 В

	Частота испытаний	Погрешность калибровки импеданса	Погрешность калибровки фазы
диапазон 3 Ом и 10 Ом	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
	от > 1 МГц до ≤ 5 МГц	±0,05 %	±0,025°
	от > 5 МГц до 10 МГц	±0,2 %	±0,05°
диапазон 100 Ом и 300 Ом	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
	от > 1 МГц до ≤ 5 МГц	±0,05 %	±0,025°
	от > 5 МГц до 10 МГц	±0,2 %	±0,05°
диапазон 1 кОм и 3 кОм	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
	от > 1 МГц до ≤ 5 МГц	±0,05 %	±0,025°
	от > 5 МГц до 10 МГц	±0,2 %	±0,05°
диапазон 10 кОм и 30 кОм	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
диапазон 100 кОм и 300 кОм	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
диапазон 1 МОм и 30 МОм	≤ 100 кГц	±0,05 %	±0,05°

Погрешность калибровки R&S®LCX100/LCX200 для $R_{\text{ист.}} = 100 \text{ Ом}$ и > 2 В

	Частота испытаний	Погрешность калибровки импеданса	Погрешность калибровки фазы
диапазон 3 Ом и 10 Ом	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
диапазон 100 Ом и 300 Ом	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
диапазон 1 кОм и 3 кОм	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
диапазон 10 кОм и 30 кОм	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
диапазон 100 кОм и 300 кОм	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
диапазон 1 МОм и 3 МОм	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
диапазон 10 МОм и 30 МОм	≤ 100 кГц	±0,05 %	±0,05°

Погрешность калибровки R&S®LCX100/LCX200 для $R_{\text{ист.}} = 10 \text{ Ом}$ и ≤ 2 В

	Частота испытаний	Погрешность калибровки импеданса	Погрешность калибровки фазы
диапазон 300 мОм, 1 Ом, 10 Ом и 30 Ом	≤ 1 МГц	±0,03 %	±0,025°
	от > 1 МГц до ≤ 5 МГц	±0,1 %	±0,05°

Основная погрешность

Импеданс	±0,05 %
Rdc	±0,1 %
Фаза	±0,03°

Специальные функции

Измерения параметров трансформатора	требуется R&S®LCX-Z5	
Частота испытательных сигналов		от 4 Гц до 100 кГц
Напряжение испытательных сигналов		от 10 мВ до 2 В
Диапазоны измерения	коэффициент трансформации (N)	от 0,95 N до 500 N
	фазовый угол (Θ)	от -180° до +180°
	взаимная индуктивность (M)	от 1 мкГн до 100 Гн
Погрешность		N ≤ 10 и 100 Гц ≤ f ≤ 10 кГц: N: ±1% (изм.) Θ: ±0,2° (изм.) (с минимальным первичным импедансом: 100 Ом)
	взаимная индуктивность (M)	N ≤ 20, f ≤ 10 кГц и 300 мкГн ≤ M ≤ 50 мГн: ±0,5% ±1 мкГн (изм.)
Цифровые интерфейсы запуска и управления	требуется R&S®LCX-K107	
Режим запуска		непрерывный, ручной (клавиша на передней панели), внешний через дистанционное управление, внешний через цифровой интерфейс ввода/вывода
Время задержки запуска		от 0 с до 60 с (с шагом 100 мс)
Цифровой запуск		
Максимальное цифровое напряжение	BNC-разъем	24 В постоянного тока
Стягивающий резистор	BNC-разъем	6,1 кОм
Уровень на входе	BNC-разъем	< 0,8 В (ном.), > 5,0 В (ном.)
Цифровое управление		
Максимальное цифровое напряжение	порт D-Sub	24 В постоянного тока
Стягивающий резистор	порт D-Sub	20 кОм
Уровень на входе	порт D-Sub	< 0,8 В (ном.), > 2,4 В (ном.)
Максимальный потребляемый ток (OUT)		500 мА
Объединение	требуется R&S®LCX-K107	
Кол-во ячеек		до 8
Режимы сортировки		номинальная, абсолютная
Качение	требуется R&S®LCX-K106	
Параметры развертки		частота испытаний, напряжение испытательных сигналов, напряжение смещения, ток смещения
Режимы развертки		точки (от 1 до 65 536 точек), интервал
Регистрация данных	требуется R&S®LCX-K106	
Максимальная скорость сбора		10 отсчетов/с
Объем памяти		внутренняя (950 Мбайт) или внешняя память
Разрешение по напряжению		см. разрешение монитора
Погрешность напряжения		см. погрешность монитора
Разрешение по току		см. разрешение монитора
Погрешность тока		см. погрешность монитора
Специальные функции измерения	требуется R&S®LCX-K106	измерения динамического импеданса, графическая диаграмма

Функции защиты

Защита от разряда	$V_{\text{макс.}} < \sqrt{2}/C$	1 Дж, макс. 200 В (изм.)
-------------------	---------------------------------	--------------------------

Дисплей и интерфейсы

Отображение		TFT, 5-дюймовый, 800 × 480 пикселей, WVGA, сенсорный дисплей
Измерительные контакты		4-контактная пара
Интерфейсы дистанционного управления	стандартно	USB-TMC, USB-CDC (виртуальный COM-порт), ЛВС
	дополнительно	IEEE-488 (GPIB)
Время обработки команд дистанционного управления		< 5 мс (ном.)
Интерфейс управления		15-контактный вход/выход запуска D-Sub
Интерфейс запуска		BNC-разъем
Сохранение/вызов		без ограничений (внутренняя или внешняя память)
Предварительные настройки		3

Опции

Испытательное приспособление для устройств с аксиальным/радиальным выводом R&S®LCX-Z1

Измеряемые компоненты		резисторы, катушки или конденсаторы с аксиальными или радиальными соединительными проводами
Диапазон частот		От 0 Гц до 10 МГц
Смещение по пост. току		от 0 В до 40 В
Вес		около 200 г

Зажим Кельвина R&S®LCX-Z2

Измеряемые компоненты		резисторы, катушки или конденсаторы
Диапазон частот		от 0 до 100 кГц
Смещение по пост. току		от 0 В до 40 В
Вес		около 250 г

Испытательное приспособление для SMD-компонентов R&S®LCX-Z3

Измеряемые компоненты		резисторы, катушки или конденсаторы SMD
Диапазон частот		От 0 Гц до 10 МГц
Смещение по пост. току		от 0 В до 40 В
Вес		около 325 г

Испытательные щипцы для SMD-компонентов R&S®LCX-Z4

Измеряемые компоненты		резисторы, катушки или конденсаторы SMD
Диапазон частот		От 0 Гц до 10 МГц
Смещение по пост. току		от 0 В до 40 В
Вес		около 280 г

Кабели для испытаний трансформаторов R&S®LCX-Z5

Измеряемые компоненты		трансформаторы, передатчики
Диапазон частот		от 0 до 100 кГц
Смещение по пост. току		от 0 В до 40 В
Вес		около 260 г

Удлинитель BNC R&S®LCX-Z11

Диапазон частот		От 0 Гц до 1 МГц
Длина		1 м
Вес		около 300 г

Общие сведения

Условия окружающей среды

Температура (базовые блоки и измерительные платы)	диапазон рабочих температур	от +5 °C до +40 °C
	диапазон температур хранения	от -20 °C до +70 °C
Влажность	без конденсации	от 5 % до 95 %
Высота	высота при эксплуатации	макс. 2000 м над уровнем моря

Номинальная мощность

Номинальное напряжение сети питания	от 100 В до 240 В перем. тока ($\pm 10\%$)	
Частота сети питания	от 50 Гц до 60 Гц	
Максимальная потребляемая мощность	60 Вт (изм.)	
Номинальный ток	макс. 1 А (изм.)	
Сетевые предохранители	IEC 60127-2/5 T2.0N/250 V	

Соответствие продукта

Электромагнитная совместимость	ЕС: в соответствии с Директивой ЕС по электромагнитной совместимости 2014/30/EU	применяемые стандарты: ► EN 61326-1 ► EN 61326-2-1 ► EN 55011 (класс А) ► EN 61000-3-2 ► EN 61000-3-3 ► KN 61000-4-11
Электрическая безопасность	Корея ЕС: в соответствии с Директивой по низковольтному оборудованию 2014/35/EU	применяемый гармонизированный стандарт: EN 61010-1
RoHS	США, Канада в соответствии с Директивой ЕС 2011/65/EU	CNA/CSA C22.2 № 61010-1-12 EN IEC 63000

Механическое сопротивление

Вибрация	синусоидальная широкополосный шум	от 5 Гц до 55 Гц, 0,3 мм (размах), от 55 Гц до 150 Гц, пост. 0,5 г, в соответствии с EN 60068-2-6 от 8 Гц до 500 Гц, ускорение 1,2 г (СКЗ), в соответствии с EN 60068-2-64 ударный спектр 40 г, в соответствии с MIL-STD-810E, метод 516.4, процедура I
Ударное воздействие		

Механические характеристики

Габариты	Ш × В × Г	362 мм × 99 мм × 357 мм
Вес		2,7 кг
Монтаж в стойку	R&S®ZZA-GE23	19 дюймов, 2 HU
Рекомендуемый межкалибровочный интервал	эксплуатация 40 ч в неделю во всем диапазоне заданных условий окружающей среды	1 год

R&S®LCX200, вид сзади



ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

Обозначение	Тип	Код заказа
Базовые блоки		
LCR-измеритель, 300 кГц	R&S®LCX100	3629.8856.02
LCR-измеритель, 500 кГц	R&S®LCX200	3629.8856.03
Принадлежности в комплекте: набор кабелей питания, краткое руководство		
Опции		
Расширенные функции анализа	R&S®LCX-K106	3630.1922.03
Цифровые порты ввода/вывода и функция сортировки	R&S®LCX-K107	3660.7741.03
Расширенные функции смещения	R&S®LCX-K108	3692.9791.03
Расширение диапазона частот до 1 МГц, для R&S®LCX200	R&S®LCX-K201	3630.1880.03
Расширение диапазона частот до 10 МГц, для R&S®LCX200	R&S®LCX-K210	3630.1900.03
Интерфейс IEEE-488 (GPIB), для R&S®NGP/LCX	R&S®NG-B105	5601.6000.02
Испытательные приспособления		
Испытательное приспособление для устройств с аксиальным/радиальным выводом	R&S®LCX-Z1	3639.2296.02
Зажим Кельвина	R&S®LCX-Z2	3638.6446.02
Испытательное приспособление для SMD-компонентов	R&S®LCX-Z3	3639.2509.02
Испытательные щипцы для SMD-компонентов	R&S®LCX-Z4	3639.2515.02
Кабели для испытаний трансформаторов	R&S®LCX-Z5	3639.2521.02
Удлинитель BNC, длина 1 м	R&S®LCX-Z11	3639.2538.02
Системные компоненты		
Держатель для 19-дюймовой стойки, 2 HU	R&S®ZZA-GE23	5601.4059.02

Гарантия		
Базовый блок		3 года
Все остальные элементы ¹⁾		1 год
Опции технического обслуживания		
Продление гарантийного срока на один год	R&S®WE1	Обратитесь в местный офис продаж компании Rohde & Schwarz.
Продление гарантийного срока на два года	R&S®WE2	
Продление гарантийного срока на один год, включая ежегодную калибровку	R&S®CW1	
Продление гарантийного срока на два года, включая ежегодную калибровку	R&S®CW2	

Расширение гарантийного срока на один год и два года (WE1 и WE2)

Ремонтные работы в течение срока действия договора выполняются бесплатно ²⁾. Гарантия также покрывает необходимые работы по калибровке и регулировке, выполняемые в ходе ремонтных работ.

Расширение гарантийного срока, включая калибровку (CW1 и CW2)

Расширьте область покрытия вашей гарантии, добавив к ней калибровку в аккредитованном метрологическом центре по цене пакета услуг. Данный пакет предусматривает регулярную калибровку, проверку и обслуживание вашего изделия от компании Rohde & Schwarz в течение срока действия контракта. Сюда входят все ремонтные работы ²⁾ и калибровка через рекомендуемые промежутки времени, а также все калибровочные работы, осуществляемые при ремонтных работах или при дополнительной модернизации.

¹⁾ Для установленных опций применяется гарантия базового блока, если оставшийся срок ее действия составляет более 1 года. Исключение: все аккумуляторные батареи имеют гарантию 1 год.

²⁾ Исключая дефекты, вызванные неправильной эксплуатацией или неправильным техническим уходом и форс-мажорными обстоятельствами. Быстроизнашивающиеся детали и расходные материалы не включаются.

Сервисное обслуживание в Rohde & Schwarz Вы — в надежных руках!

- ▶ По всему миру
- ▶ На месте и лично
- ▶ Индивидуально и гибко
- ▶ С бескомпромиссным качеством
- ▶ На длительную перспективу

Rohde & Schwarz

Технологическая группа компаний Rohde & Schwarz является одним из лидеров в деле создания более безопасного и подключенного мира благодаря своим передовым решениям в сфере контрольно-измерительного оборудования, технологических систем, а также сетей и кибербезопасности. Основанная более 85 лет назад группа компаний — надежный партнер для заказчиков из промышленного и государственного сектора по всему миру. Эта независимая компания, штаб-квартира которой находится в Мюнхене (Германия), имеет широкую торгово-сервисную сеть и представлена более чем в 70 странах.

www.rohde-schwarz.com/ru

Ресурсосберегающие методы проектирования

- ▶ Экологическая безопасность и экологический след
- ▶ Энергоэффективность и низкий уровень выбросов
- ▶ Долгий срок службы и оптимизированные производственные расходы

Certified Quality Management

ISO 9001

Тренинги Rohde & Schwarz

www.training.rohde-schwarz.com

Служба поддержки Rohde & Schwarz

www.rohde-schwarz.com/support

