

Verdo LH2300

LCR-метры

Verdo LH2303-LH2304



Руководство пользователя



Содержание

1.Знакомство с прибором	6
1.1.Комплектность	6
1.2.Обзор передней панели	7
1.3.Кнопки передней панели	9
1.4.Обзор ЖК-дисплея	11
1.5.Измерительный порт	13
1.6.Питание прибора	14
2.Режимы работы	19
2.1.Режим удержания данных (HOLD)	19
2.2.Режим записи данных (REC)	19
2.3.Режим выбора PRI (первичный параметр)	21
2.4.Режим выбора SEC (вторичный параметр)	21
2.5.Частота тестирования (FREQ)	22
2.6.Уровень тестового сигнала	22
2.7.Режим допуска (TOL)	22
2.8.Автоматический режим LCR	24
2.9.Скорость измерения (RATE)	25
2.10.Последовательный/параллельный эквивалентный режим	26
2.11.Меню утилит (UTIL)	27
2.12.Конфигурация и параметры	27
2.13.Настройка и сохранение состояния включения питания	31
2.14.Предотвращение перезаписи сохраненных настроек	32
2.15.Выход из меню утилиты	33
2.16.Функция коррекции (CLEAR)	34
3.Проведение измерений	39
3.1.Измерение индуктивности	39
3.2.Измерение емкости	40
3.3.Измерение сопротивления	41
3.4.Измерение импеданса	42
3.5.Измерение сопротивления постоянному току	43
4.Удаленная связь с ПК	44
4.1.Подключение прибора к ПК	44
4.2.Конфигурация виртуального последовательного порта	45

4.3.Работа в удаленном режиме (RMT)	46
5.Протоколы команд управления	48
5.1.Обзор	48
5.2.Общая команда	48
5.3.Завершающий символ	48
5.4.Возвращаемый результат	49
5.5.Типы данных	49
5.6.Условные обозначения	50
5.7.Справочник по командам	51
5.8.Коды ошибок	57
6.Спецификации	58
6.1.Метрологические и технические характеристики	58
6.2.Технические характеристики	65
7.Поддержка и техобслуживание	68
7.1.Обслуживание	68
7.2.Очистка	68
8.Гарантийные обязательства	69
9.Приложение	70
9.1.Методика поверки	70

Сводка по безопасности

Следующие меры предосторожности применимы как к эксплуатационному, так и к обслуживающему персоналу и должны соблюдаться на всех этапах эксплуатации, обслуживания и ремонта этого прибора.



Предупреждение: Не работать в легковоспламеняющейся или взрывоопасной атмосфере

Не эксплуатировать прибор при наличии большого количества пыли, прямых солнечных лучей, повышенной влажности, сильного электромагнитного излучения и т.д.

Вскрытие корпуса, техническое обслуживание, замена деталей или регулировка инструмента должны производиться профессиональным обслуживающим персоналом авторизованного сервис-центра.

Несанкционированные модификации прибора могут привести к его необратимому повреждению.

Руководство по технике безопасности

Чтобы обеспечить безопасное использование этого устройства, следуйте приведенным ниже рекомендациям по безопасности:

- Этот прибор предназначен для использования внутри помещений, высота над уровнем моря до 2000 м. Для краткосрочного использования на открытом воздухе следует соблюдать меры предосторожности, чтобы избежать прямых солнечных лучей, воды и влаги, электромагнитного излучения, пыли и взрывоопасной среды.
- Используйте прибор только в соответствии с настоящим руководством.
- Перед измерением внутрисхемных компонентов убедитесь, что цепи были выключены и обесточены, и все конденсаторы в цепях были разряжены.

- Перед измерениями разрядите все заряженные элементы, например, конденсаторы.
- Питание прибора осуществляется от одной стандартной батареи напряжением 9 В. Но также возможна работа в сети с использованием адаптера питания 12 В постоянного тока / 150 мА. Если выбран адаптер питания, пожалуйста, убедитесь, что он соответствует требованиям безопасности соответствующего стандарта IEC.
- Аккумулятор, используемый в VERDO LH2303/LH2304, является перезаряжаемым. Не заряжайте неперезаряжаемые батареи.

Символы безопасности



Этот символ является предупреждением и указывает на то, что пользователь должен обратиться к инструкциям по эксплуатации, расположенным в руководстве.



Питание (постоянный ток)



Внутренний контакт разъема положительный (+), внешний отрицательный (-).

Условия хранения

0 – 80% - Относительная влажность при хранении

от -20 °C до +50 °C - Температура хранения

2 - Степень загрязнения

1. Знакомство с прибором

Verdo LH2303/LH2304 предназначен для измерения индуктивности, ёмкости и сопротивления компонентов. Прибор может питаться от аккумуляторной батареи 8,4 В или внешнего адаптера питания.

Verdo LH2303/LH2304 обеспечивает измерение первичного параметра в полной шкале до 40 000 показаний, при измерении вторичного параметра показания могут считываться с разрешением до 0,0001, максимальная частота измерения до 100 кГц, постоянное внутреннее сопротивление 100 Ом и три дополнительных уровня тестирования. Автоматический диапазон позволяет быстро отображать результаты измерений и автоматически выбирать желаемые параметры тестирования в соответствии со свойствами компонентов. Точность измерения - до 0,1%.

На переднюю панель выведены кнопки FREQ, LEV, TOL и RATE, что максимально повышает удобство быстрого вызова этих функций. Режим допуска может сортировать компоненты, режим записи помогает захватывать показания, удобная функция коррекции к.з./разрыв позволяет улучшить точность измерения, меню утилиты поможет вам легко выбрать тон клавиши, предусмотрено автоматическое отключение питания.

Verdo LH2303/LH2304 оснащен функцией удаленного контроля. Данные измерений могут быть переданы на ПК через подключение Mini USB, что отлично подходит для приложений, требующих удаленного управления и сбора данных.

1.1. Комплектность

Стандартная комплектация Verdo LH2303/LH2304 показана в таблице 1.

Таблица 1 - Комплектность

Наименование	Кол-во, шт.
Verdo LH2303/LH2304	1
Щупы Кельвина (5-ти проводные)	1
Пинцет-адаптер для SMD компонентов	1

Короткие выводы с штыревыми контактами и зажимами «крокодил» (красный и чёрный)	2
Аккумуляторная батарея 8,4 В NiMH 200 мАн	1
Сетевой адаптер	1
Кабель mini-USB для подключения к ПК	1

1.2. Обзор передней панели



Рисунок 1 - Передняя панель прибора (показана модель VERDO LH2304)

Описание передней панели

1. ЖК-дисплей
2. USB-подключение / *Кнопка подсветки
3. Кнопка включения/выключения питания
4. Выбор частоты и режима записи
5. Режим вторичного дисплея (D/Q/θ/ESR и т.д.) / Тестовый уровень

6. Режим первичного дисплея (L / C / R / Z / DCR и т.д.) / автоматический выбор LCR
7. Выбор скорости/эквивалентного режима
8. Режим удержания/меню утилиты
9. Режим допуска/клавиша со стрелкой (утилита)
10. Коррекция по к.з.-разрыв/клавиша со стрелкой (утилита)
11. 5-контактные испытательные разъемы (прямое измерение на ножках компонентов или использование измерительного адаптера)
12. 3-контактные тестовые разъемы (для использования штеккеров типа банан)
13. Стандартный порт mini-USB (для дистанционного управления прибором)
14. Внешний вход питания 12 В постоянного тока (используется с внешним адаптером питания)



Примечание: Входные параметры сетевого адаптера указаны на его наклейке. Номинальные выходные параметры: 12 В постоянного тока, 150 мА, диаметр разъёма 4 мм.

Используйте только оригинальный адаптер питания, входящий в комплект поставки. Использование неправильных адаптеров питания может привести к повреждению прибора.

Внутреннее питание прибора от батареи будет автоматически отключено при подключении сетевого адаптера. Если аккумулятор перезаряжаемый (Verdo LH2303/LH2304), внешний источник питания одновременно будет заряжать батарею. В Verdo LH2303/LH2304 установлен независимый контроллер зарядки — управление зарядкой по-прежнему осуществляется даже при выключенном питании прибора.



Предупреждение: Перед подключением внешнего адаптера питания убедитесь, что полярность соответствует меткам (+) и (-), указанным внутри батарейного отсека. Если он неправильно установлен и подключен к внешнему адаптеру питания, это может привести к серьезным повреждениям прибора.

Если батарея перезаряжаемая (Verdo LH2303/LH2304), убедитесь, что полярность соответствует меткам (+) и (-), как указано внутри батарейного отсека, а батарея перезаряжаема. НЕ заряжайте непerezаряжаемую батарею!

1.3. Кнопки передней панели

За исключением кнопки питания, все кнопки передней панели имеют определенные цветные метки. Все они отмечены черным, синим или оранжевым цветом. Каждый цвет имеет определенное представление, как описано ниже:

Черный — основная функция, означающая, что эта функция будет установлена или настроена при нажатии на кнопку.

Оранжевый — вторичная функция, это означает, что функция будет установлена или настроена, если эта кнопка нажата и удерживается в течение 2 секунд.

Синий — функция утилиты, функция будет установлена или настроена, если кнопка UTIL нажата и удерживается в течение длительного времени. Подробности смотрите в разделе «Утилита Меню».



Предупреждение: В инструкции по эксплуатации кнопки мы будем использовать имя кнопки для выражения работы кнопки без различия типа кнопки. Обратите внимание на разницу между «длинным нажатием» и «нажатием».

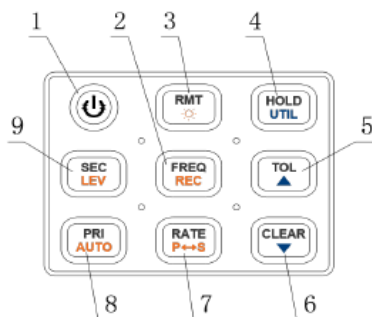


Рисунок 3 - Кнопки передней панели

Определение функции кнопки

1. Кнопка включения/выключения питания
2. Кнопка выбора частоты/режима записи
3. Режим удаленного управления от ПК/кнопка подсветки
4. Удержание показаний/кнопка меню утилиты
5. Режим допуска/кнопка выбора меню
6. Кнопка очистки/выбора меню
7. Кнопка скорости/эквивалентного режима
8. Первичные параметры LCR/Автоматический LCR
9. Кнопка выбора дополнительных параметров/LEV

1.4. Обзор ЖК-дисплея

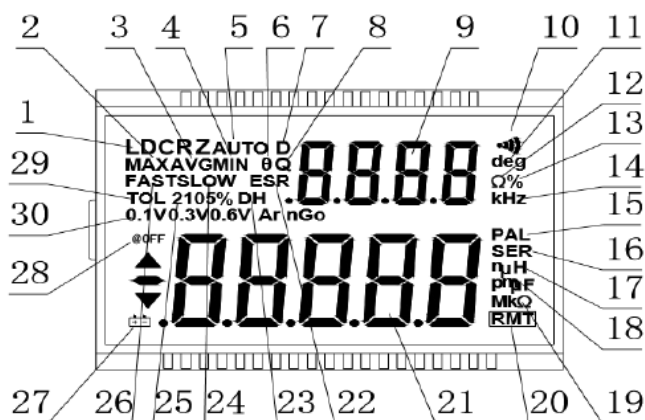


Рисунок 4 - ЖК-дисплей индикатора

Описание ЖК-дисплея

1. LCRZ - Отображение основных параметров
2. MAX - Индикатор максимального показания в режиме записи
3. AVG - Индикатор среднего показания в режиме записи
4. MIN - Индикатор минимального показания в режиме записи
5. AUTO - Индикатор автоматического выбора диапазонов LCR
6. θ - Индикатор угла фазы для вторичного дисплея
7. D - Индикатор отображения диссипации
8. Q - Индикатор отображения фактора качества
9. 88888 - Отображение вторичных параметров
10.))) - Индикатор звукового сигнала для режима допусков

11. deg - Индикатор отображения единиц фазового угла (θ)
12. Ω - Индикатор единиц сопротивления (Ом) в режиме ESR
13. % - Процентный показатель (в режиме допуска)
14. кГц - Индикатор частотных единиц
15. PAL - Индикатор параллельного режима
16. SER - Индикатор последовательного режима
17. мГн - Индикатор единиц индуктивности (L)
18. пмФ - Индикатор емкостных единиц (C)
19. Мк Ω - Индикатор единиц сопротивления (R) /импеданса
20. RMT - Индикатор удаленного режима
21.  - Отображение основных параметров
22. ESR - Индикатор последовательного режима для вторичных параметров
23. DH - Индикатор режима удержания данных
24. SLOW - Индикатор скорости измерения
25. 2105% - Индикатор пределов в режиме допуска
26. FAST - Индикатор быстрой скорости измерения
27.  - Индикатор низкого заряда батареи/зарядки
28. @OFF - Индикатор автоматического отключения питания
29. TOL - Индикатор режима допуска
30. 1V 0.6V 0.3V - Отображение уровня тестирования

1.4.1 Специальные индикаторы дисплея

Таблица 2 - Перечень индикаторов дисплея

Индикатор	Описание
SHrE	Указывает на режим коррекции к.з. при нажатии кнопки CLEAR
OPeP	Указывает на открытое разрешение, если нажать кнопку CLEAR
E r r	Индикация ошибок
CAL	Указывает на коррекцию в режиме к.з./разрыв
FUSE	Указывает на поврежденный или отсутствующий предохранитель
EO1	Ошибка конвертера АЦП (UNK)
EO2	Ошибка преобразователя АЦП (END)

1.5. Измерительный порт

Конструкция прибора реализует объединение 3-терминального порта и 5-контактного порта для подключения тестируемых элементов, что делает измерения удобными и точными.

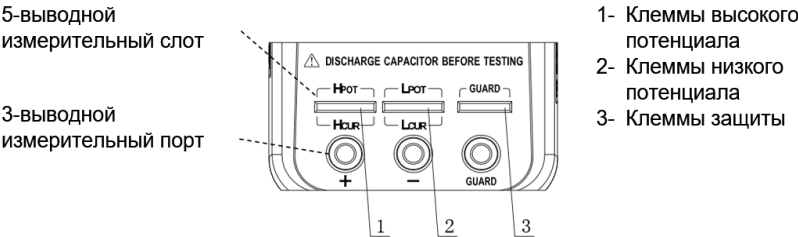


Рисунок 5 - Измерительный порт

Наличие стандартных разъемов типа банан позволяет использовать недорогие измерительные кабели для измерения, делает процедуру измерения довольно удобной. Однако эта конфигурация имеет низкую точность измерений.

Для повышения точности при использовании внешних испытательных проводов прибор имеет в конструкции 5-терминальный слот, позволяющий использовать специализированные измерительные оснастки.



Примечание: Для получения полного перечня измерительных кабелей и оснасток, совместимых с Вашим прибором, обратитесь к Вашему дистрибьютору.

1.6. Питание прибора

Существует два способа питания прибора: аккумулятор и внешний адаптер питания. Когда доступны два режима питания, внешний источник находится в приоритете относительно батареи. Два режима питания могут быть автоматически изменены без прерывания работы.

1.6.1 Установка батареи

Щелочные батареи 8,4 В, используемые в Verdo LH2303/LH2304, являются перезаряжаемыми. Эталоном стандартом является LH-200H7C. Не используйте непerezаряжаемые батареи, за исключением экстренных случаев. Причина в том, что как только прибор подключен к внешнему источнику, в нем автоматически включается цепь зарядки.

Чтобы установить батарею:

1. Откройте заднюю подставку и найдите винт, который затягивает крышку батарейного отсека, как показано на рисунке 6. Используйте отвертку, чтобы открутить и снять крышку.
2. Вставьте батарею в отсек. Обратите внимание на положительные (+) и отрицательные (-) клеммы, как указано внутри батарейного отсека (См. рисунок 7). Обязательно вставьте батарею с соответствующей полярностью.

3. Поместите крышку батарейного отсека, сдвинув ее в верхнее скольжение. Поместите винт в нижней части крышки и затяните вниз отверткой.
4. Нажмите и удерживайте кнопку включения/выключения питания в течение 2 секунд, чтобы включить инструмент.



Рисунок 6 - Задняя крышка

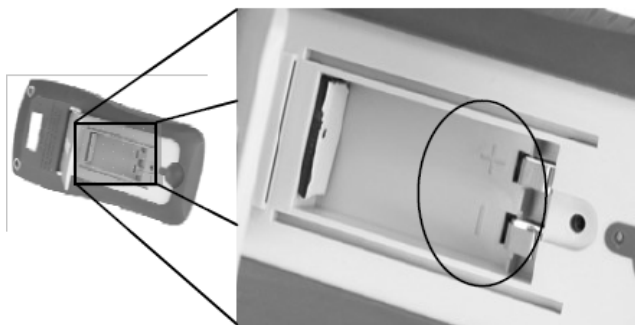


Рисунок 7 - Батарейный отсек

1.6.2 Подключение внешнего источника питания

Verdo LH2303/LH2304 оснащен стандартным внешним адаптером питания, которые могут использовать внешний источник питания.

Предупреждение: Используйте только входящий в комплект поставки или рекомендованный адаптер. Убедитесь, что параметры питания являются теми, которые требуются адаптерам перед использованием.

Чтобы подключить адаптер, выполните следующие действия.

1. Если в прибор установлена батарея, проверьте батарейный отсек еще раз, чтобы полярность батареи соответствовала полярности, указанной на этикетках внутри отсека.

Предупреждение: НИКОГДА НЕ подключайте внешний адаптер питания, если батарея установлена неправильно или в прибор вставлена обычная непerezаряжаемая батарея. Это повредит прибор и снимет его с гарантии.

2. Подключите разъем адаптера переменного тока к правому боковому разъему 12 В постоянного тока.
3. Подключите разъем адаптера переменного тока к электрической розетке.
4. Нажмите и удерживайте кнопку питания около 2 секунд, чтобы включить прибор.

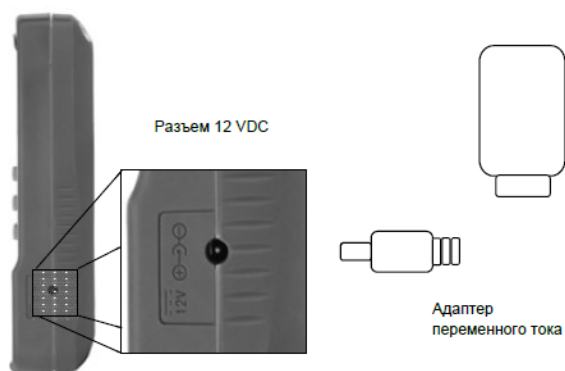


Рисунок 8 - Подключение адаптера переменного тока к прибору



Примечание: Прибор автоматически переключается на потребление энергии от адаптера переменного тока вместо батареи, когда адаптер переменного тока подключен и потребляет энергию в обычном режиме. В этом случае, если батарея, установленная правильно, перезаряжаемая, контроллер зарядки будет приводиться в действие независимо от того, включен или выключен прибор.

1.6.3 Индикация низкого заряда батареи

При использовании аккумулятора для питания, если на дисплее начинает мигать индикатор , это означает, что напряжение батареи ниже нормального рабочего напряжения (ниже 6,8 В). Настоятельно рекомендуется заменить батарею как можно скорее перед продолжением работы. Инструкции см. в разделе «Установка батареи».

Если аккумулятор перезаряжаемый, как только индикатор  начинает мигать, пожалуйста, зарядите батарею перед продолжением работы. Когда внешний источник питания подключен, вспышка индикатора RMT/  показывает состояние зарядки.

1.6.4 Подсветка дисплея

В случае отсутствия освещения включите заднюю подсветку дисплея, чтобы прочитать данные.

Для включения подсветки необходимо длительно нажать кнопку .

Чтобы выключить подсветку дисплея, необходимо повторно длительно нажать кнопку .

1.6.5 Питание от аккумулятора

Когда прибор питается от батареи, яркость задней подсветки дисплея автоматически уменьшается для экономии заряда батареи. По истечении работы подсветки в течение примерно 15 секунд, ее яркость будет непрерывно уменьшаться; и по истечении 30 секунд после ее включения, подсветка автоматически выключится.

1.6.6 Использование внешнего питания

Когда прибор питается с помощью внешнего адаптера переменного тока, как только подсветка экрана будет включена, она будет оставаться на максимальной яркости непрерывно и автоматически выключаться не будет. После отключения внешнего питания для использования заряда аккумулятора, подсветка уменьшит свою яркость и автоматически выключится.

1.6.7 Отображение зарядки

Схема питания Verdo LH2303/LH2304 поддерживает перезарядку аккумулятора. Когда подключается внешний адаптер питания, режим питания автоматически переключается, и внутренняя аккумуляторная батарея начинает заряжаться.

Один цикл зарядки составляет около 160 минут, а ток заряда составляет приблизительно 120 мА. Как только аккумулятор будет полностью заряжен, зарядка будет автоматически отключена; повторная зарядка аккумулятора будет осуществляться в новом цикле зарядки.



Примечание: Новый цикл зарядки начнется при новом подключении внешнего питания.



Предупреждение: НЕ подключайтесь к внешнему источнику питания при установке непerezаряжаемой батареи. Это может привести к ее взрыву.



: Это указывает на низкий уровень заряда батареи если внешнее питание не подключено; после подключения этот значок на дисплее означает состояние зарядки. Индикатор RMT/  будет гореть в процессе зарядки независимо от того, выключен или включен прибор.

2. Режимы работы

2.1. Режим удержания данных (HOLD)

Функция удержания данных позволяет пользователю заморозить отображаемые данные. Данные, отображаемые на ЖК-дисплее, не будут обновляться в ходе измерений.

2.1.1 Включение удержания данных

Чтобы использовать удержание данных, нажмите кнопку HOLD. Когда удержание данных активно на экране будет отображаться индикатор «DH». В этот момент отображаемые на ЖК-дисплее первичный и вторичный параметры являются результатами измерений, считанными непосредственно перед нажатием кнопки HOLD.

2.1.2 Отключение удержания данных

Чтобы отключить удержание данных, нажмите кнопку HOLD еще раз. Индикатор «DH» исчезнет на экране, а прибор вернется в нормальный режим работы.

2.2. Режим записи данных (REC)

Если стабильность данных тестируемых компонентов низкая, и данные заметно меняются в некотором диапазоне, в чтении данных может помочь режим записи данных.

Этот режим используется для динамической записи максимальных, минимальных и средних значений в диапазоне.

2.2.1 Включение статической записи

Нажмите и удерживайте кнопку REC в течение длительного времени, чтобы войти в режим записи данных. На дисплее должно быть одновременно появиться «MAX AVG MIN», что указывает на то, что прибор находится в режиме статической записи.

2.2.2 Использование статической записи

Существует четыре различных режима, которые можно выбрать в статической записи. При нажатии кнопки REC (в режиме записи FREQ будет отключен) режимы будут меняться и повторяться в следующем порядке:

Режим записи → Режим Максимума → Режим Минимума → Режим Среднего

Состояние записи

Это режим по умолчанию при включении статической записи. В этом режиме ЖК-дисплей отобразит индикатор «MAX AVG MIN». В относительно стабильном диапазоне тестовых данных после сохранения записи будет звучать звуковой сигнал.



Примечание: Когда диапазон колебаний данных превышает 1%, запись данных будет динамически обновляться.

Отображение Максимума

Нажимайте кнопку REC до тех пор, пока на дисплее не появится индикатор «MAX». Это означает, что значение на основном дисплее представляет записанное максимальное значение.

Отображение Минимума

Нажимайте кнопку REC, пока индикатор «MIN» не появится на дисплее. Это означает, что значение на основном дисплее представляет записанное минимальное значение.

Отображение Среднего

Нажимайте кнопку REC, пока индикатор «AVG» не появится на дисплее. Это означает, что значение на основном дисплее представляет записанное среднее значение.

2.2.3 Отключить статическую запись

Чтобы выйти из этого режима, нажмите и удерживайте кнопку REC в течение длительного времени. Индикатор «MAX», «MIN» или «AVG» исчезнет на ЖК-дисплее.



Примечание: Изменение типа параметров теста автоматически отключит статическую запись.

2.3. Режим выбора PRI (первичный параметр)

Чтобы выбрать режим измерения, сначала необходимо выбрать основной параметр.

При каждом нажатии кнопки PRI параметр будет изменяться и повторяться в следующих режимах: L (индуктивность), C (емкость), R (сопротивление), Z (импеданс) и DCR (сопротивление постоянному току).



Примечание: После изменения основного параметра вторичный дисплей показывает текущую частоту. Вторичный параметр не отображается в состоянии DCR. Если требуется отобразить соответствующие вторичные параметры, нажмите дополнительную кнопку.

2.4. Режим выбора SEC (вторичный параметр)

При необходимости нажмите кнопку SEC для выбора дополнительных параметров.

При каждом нажатии кнопки SEC на экране будут отображаться следующие режимы: D (коэффициент рассеивания), Q (фактор качества), θ (фазовый угол) и ESR (Эквивалентное последовательное сопротивление).

2.5. Частота тестирования (FREQ)

Портативные LCR-метры Verdo LH2303/LH2304 в ходе измерения подают сигнал переменного тока на измеряемый объект. Частота является одним из основных параметров тестового сигнала переменного тока.

2.5.1 Выбор частоты

Чтобы изменить тестовую частоту, нажмите кнопку FREQ . Если вторичный дисплей не показывает частоту, он будет отображать фактическую рабочую частоту при нажатии FREQ. Если вторичный дисплей показывает частоту, то при каждом нажатии кнопки FREQ прибор будет меняться между следующими выбираемыми частотами:

VERDO LH2303: 100 Гц / 120 Гц / 1 кГц / 10 кГц

VERDO LH2304: 100 Гц / 120 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц

2.6. Уровень тестового сигнала

Портативный LCR-метр Verdo LH2303/LH2304 использует сигнал переменного тока, подаваемый на измеряемый элемент (DUT) для тестирования.

Уровень тестового сигнала - это амплитуда сигнала переменного тока, из-за уровня чувствительности какого-либо компонента, один и тот же компонент, использующий разные уровни, может иметь разные результаты испытаний. Поэтому перед измерением следует выбрать подходящий испытательный уровень. Длительное нажатие кнопки LEV, прибор может переключать уровень между 0,6 В, 0,3 В и 1 В.

2.7. Режим допуска (TOL)

Режим допуска специально используется для сортировки компонентов. В режиме допуска вторичный дисплей показывает диапазон процентов. Режим допуска, номинальное значение и предел сортировки могут быть использованы для измерения первичных параметров. Выбираемый диапазон для сортировки выглядит следующим образом: 1%,5%,10%,20%.

В режиме допуска данные, указанные на первичном дисплее, будут записаны как номинальное значение.

Отображаемое значение в процентах:

$$=100*(Mx-Nom)/Nom\%$$

где,

Mx: отображение основного параметра;

Nom: номинальная записанная величина.

Процентное значение используется для сортировки.

2.7.1 Использование режима допуска

Чтобы использовать режим допуска, как показано ниже:

1. Выберите нужный основной режим измерения, нажав кнопку PRI.
2. Настройте нужную частоту тестирования и выберите последовательный/параллельный эквивалентный режим.
3. При необходимости выполните операцию CLEAR соответствующим образом.
4. Измерьте компоненты, параметры которого можно считать образцовыми (номинальными).
5. После отображения требуемого измеренного показания нажмите кнопку TOL один раз, чтобы сохранить показания в качестве номинального значения. В этот момент на экране отобразится «TOL», указывающий на то, что режим допуска активирован. Во вторичном режиме будет показан процентный режим для указания процентного диапазона.



Примечание: Основной параметр, указанный на ЖК-дисплее перед нажатием кнопки TOL в любом режиме, может быть принят за номинальное значение, включая удержание данных, запись данных MAX, MIN, AVG и т.д.

6. Если сортировка не требуется, этот шаг можно пропустить. При необходимости, нажав кнопку TOL, вы можете выбрать диапазон 1%, 5%, 10% или 20%, который будет отображаться на ЖК-дисплее соответственно.

7. Далее можно проводить допусковые измерения других элементов. После каждого измерения прибор будет издавать звуковой сигнал. Один единственный звуковой сигнал или тон означает, что компонент находится в пределах допуска. Три звуковых сигнала или тона означают, что компонент не соответствует допуску.



Предупреждение: Убедитесь в полной разрядке конденсатора перед его измерением, иначе прибор может быть поврежден.

2.7.2 Отключение режима допуска

Длительное нажатие кнопки TOL отключит режим допуска.



Примечание: Изменение испытательной частоты, основной функции или вторичной функции автоматически отключит режим допуска.

2.8. Автоматический режим LCR

Функция Auto LCR автоматически выберет соответствующие первичные и вторичные параметры и подходящий последовательный/параллельный эквивалентный режим L, C, R. Выбор осуществляется путем оценки импеданса компонента по результатам теста. Он достаточно удобен для измерений смешанных и неизвестных компонентов.

2.8.1 Включение автоматического режима LCR

Длительное нажатие кнопки AUTO активирует автоматический режим LCR. Индикатор «AUTO» на ЖК-дисплее указывает на то, что активирован автоматический режим LCR.

В автоматическом режиме LCR соответствие вторичного параметра основному параметру показано в таблице ниже:

Таблица 3 - Сопоставление отношений между первичными и вторичными параметрами в автоматическом режиме LCR

Основной параметр	Вторичный параметр
Емкость (C)	Диссипация (D)
Индуктивность (L)	Фактор качества (Q)
Сопротивление (R)	Фазовый угол (θ)

В автоматическом режиме LCR последовательный или параллельный эквивалентный режим выбирается в соответствии с величиной импеданса. Параллельный режим выбирается при высоком импедансе и последовательный режим при низком импедансе.

2.8.2 Отключение автоматического режима LCR

Повторное длительное нажатие кнопки AUTO отключает автоматический режим LCR. Кроме того, этот режим прекратит действие в случае изменения основного и вторичного режимов, последовательного/параллельного эквивалентного режима и частотного режима.

Индикатор «AUTO» на ЖК-дисплее исчезнет при отключении автоматического режима LCR.

2.9. Скорость измерения (RATE)

В этом приборе есть две выбираемые скорости измерения: быстрая (FAST) и медленная (SLOW). Скорость быстрого измерения составляет около 4 ~ 5 раз / сек, а медленное измерение составляет приблизительно 1,5 раза / сек. Стабильность медленного измерения выше, чем быстрого измерения.

можно напрямую переключаться между быстрой и медленной скоростью, нажав кнопку RATE, на ЖК-дисплее будет отображаться индикатор «FAST» для быстрой скорости и «SLOW» для медленной.

2.10. Последовательный/параллельный эквивалентный режим

Т.к. реальные измеряемые компоненты имеют различные неидеальности и распределенные компоненты, то их электрическая модель может быть представлена некоторой эквивалентной электрической схемой, состоящей из идеальных компонентов. Обычно, в измерителях LCR используются две простые эквивалентные модели: последовательная модель и параллельная модель.

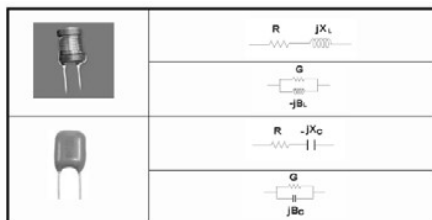


Рисунок 9 - Последовательная и параллельная эквивалентные модели индуктивности и емкости

Соответствующие эквивалентные режимы могли бы помочь получить лучшие результаты измерений. Как правило, последовательный режим лучше подходит для компонентов с низким импедансом (менее 100 Ом), в то время как параллельный режим для компонентов с высоким импедансом (более 10 кОм). Для компонентов с импедансом между этими двумя границами выбор эквивалентного режима мало влияет на результат измерения.

2.10.1 Выбор режима измерения

Длительное нажатие кнопки $P \leftrightarrow S$, «PAL» на ЖК-дисплее указывает на параллельный эквивалентный режим, а «SER» означает последовательный эквивалентный режим.

2.10.2 Эквивалентный режим по умолчанию

В этом режиме эквивалентный режим по умолчанию изменяется в зависимости от основного параметра:

Для конденсаторов и резисторов эквивалентным режимом по умолчанию является PAL; для индукторов, SER.

2.11. Меню утилит (UTIL)

Прибор имеет встроенное меню утилиты, которое позволяет настроить некоторые пользовательские предпочтения и настройки. Кнопки, используемые для установки и управления меню, окрашены в синий цвет. Всего их три: UTIL,  и . Пользователь может настроить звуковой сигнал, время автоматического отключения питания, хранить/восстанавливать состояние при включении питания, просматривать напряжение батареи и т.д.

2.11.1 Вход в меню утилиты

Длительное нажатие кнопки UTIL позволяет войти в меню утилиты. Основной дисплей — это пункт меню, а вторичный дисплей — это текущие настройки или параметры, настроенные для выбранного параметра. После входа в меню утилиты на дисплее пункта меню по умолчанию будет отображаться «bEEP».

2.12. Конфигурация и параметры

В меню утилиты включено следующее содержимое:

Таблица 4 - Параметры и настройки меню утилиты

Параметры меню	Настройки/Параметры
dCdly	Задержка триггера DCR
'bEEP	ON / OFF
AoFF	5 / 15 / 30 / 60 / ВЫКЛ
PuP	PrE / Set
dEF	yES / NO
bAtt	Напряжение батареи

Эти параметры меню используются следующим образом:

Функция задержки триггера DCR: (dCdLy: задержка DCR)

Управление звуковым сигналом: (bEEP: звуковой сигнал);

Установка автоматического выключение питания: (AoFF: автоматическое выключение питания);

Установка состояние включения питания: (PuP: состояние включения питания);

Сброс настроек по умолчанию: (dEF: настройки по умолчанию);

Показать напряжение батареи: (bAtt: напряжение батареи).

По умолчанию нажмите кнопку UTIL, чтобы изменить или выбрать другой пункт меню. Чтобы изменить настройки или параметры, используйте клавиши со стрелками  и . При каждом нажатии кнопки UTIL прибор будет проходить через каждое меню опций и будет повторяться в следующем порядке:

dCdLy → bEEP → AoFF → PuP → dEF → bAtt



Примечание: Изменение настроек имеет различные прикладные эффекты в соответствии с различным режимом выхода. Для получения дополнительной информации см. раздел «Выход из утилиты» (Сохранение и выход, Выход без сохранения).

2.12.1 Настройка задержки триггера DCR (dCdLy)

Пункт меню «dCdLy» используется для установки времени задержки триггера в диапазоне от 0000 до 9999 мс.

Использование клавиш со стрелками  и  для добавления или вычета времени на 1. Длительное нажатие клавиш со стрелками  и  может переместить текущий курсор влево или вправо. Установка сразу вступает в силу после изменения.



Примечание: Когда настройка не 0000, чем выше время настройки, тем медленнее становится скорость измерения DCR. Предлагается установить время 0000.

Настройка по умолчанию: 0000

2.12.2 Автоматическая настройка выключения питания (AoFF)

Пункт меню «AoFF» позволяет пользователю выбрать таймер автоматического отключения питания. Доступные настройки таймера: 5 мин/15мин/30мин/60мин/выкл. Когда на первичном дисплее отображается «AoFF», нажмите клавиши со стрелками ▼ и ▲, чтобы выбрать настройку таймера. Настройки будут показаны на дополнительном дисплее в виде таблицы 3.

Когда AoFF эффективен, отсчет этого таймера всегда непрерывно ведется; когда установленное время истечет, прибор будет непрерывно издавать звуковой сигнал, чтобы напомнить пользователю о предстоящем автоматическом отключении питания. Перед автоматическим отключением питания нажатие любой кнопки сбросит отсчет таймера.



Примечание: Автоматическое отключение питания работает только для питания от батареи.

При активированном автоматическом выключении питания на дисплее появляется надпись «@OFF», указывающая на работу таймера.

Автоматическое отключение питания приостанавливается в режиме TOL, режиме REC и режиме RMT. Оно будет активировано после выхода из вышеуказанных режимов.

Таблица 5 - Параметры автоматического отключения питания

Параметры меню	Настройки/Параметры
5	5 минут
15	15 минут
30	30 минут
60	60 минут
OFF	Выключение только вручную

Настройка вступает в силу немедленно. Но это состояние не сохраняется, если выбрать «Выход без сохранения»;

Если этот параметр должен быть активирован после перезапуска, выберите Saving and Exiting (Сохранить и Выйти).

Настройка по умолчанию: 5

2.12.3 Состояние включения питания (PuP)

Пункт меню «PuP» позволяет пользователю настроить состояние включения питания LCR-метра, позволяя пользователю восстанавливать настройки, сохраненные во внутренней памяти EEPROM при включении питания. Доступны следующие параметры для хранения:

- Режим основной функции (например, L/C/R)
- Режим вторичной функции (например, D/Q)
- Авто LCR
- Последовательный/параллельный эквивалентный режим
- Частота тестового сигнала
- Режим допуска
- Эталонное значение для режима допуска
- Скорость измерения

В меню утилиты нажмите клавиши со стрелками  и , чтобы выбрать «PrE» или «SEt». PrE означает сохранение предыдущей настройки, в то время как SEt означает сохранение текущего параметра, то есть покрытие исходных данных.



Примечание: Режим выхода из утилиты определяет, следует ли выполнить SEt. При «Выходе без сохранения» SEt не активна; в то время как при выходе из утилиты с условием Saving and Exiting (Сохранить и Выйти) будет действовать настройка SEt.

Настройка по умолчанию: PrE

2.13. Настройка и сохранение состояния включения питания

Процедура настройки и сохранения состояния включения питания выглядит следующим образом:

1. Перед входом в меню утилиты сначала настройте все параметры измерения, такие как частота, первичные и вторичные параметры. Если прибор в данный момент находится в меню утилиты, сначала выйдите и войдите в меню утилиты после настройки измерения.
2. Нажмите кнопку UTIL в течение длительного времени, чтобы войти в меню утилиты.
3. Нажмите кнопку UTIL, чтобы пройти через меню утилиты, пока не увидите «PuP» на основном дисплее.
4. Чтобы сохранить текущие настройки прибора для состояния включения питания во внутреннюю память, используйте кнопки со стрелками  и , чтобы изменить настройки так, чтобы на дополнительном дисплее отображался «SEt».
5. Нажмите кнопку UTIL, чтобы проверить, все ли необходимые настройки уже установлены. Выполнив все настройки, выйдите из меню долгим нажатием кнопки UTIL.
6. Теперь прибор сохранил все текущие настройки во внутреннюю память. При следующем включении питания прибор включится и вспомнит сохраненные настройки.



Примечание: Прибор позволяет сохранить только один набор настроек в памяти. Поэтому та же процедура используется для перезаписи ранее сохраненных настроек в память.

2.14. Предотвращение перезаписи сохраненных настроек

В меню утилиты параметром «PuP» по умолчанию всегда является «PrE». Если требуется перезаписать ранее сохраненные настройки для состояния включения питания, опция должна измениться на «SEt». Поэтому при входе в меню утилиты не меняйте на «SEt», чтобы предотвратить перезапись любых ранее сохраненных настроек включения питания.

2.14.1 Сброс настроек по умолчанию (dEF)

Опция «dEF» используется для сброса текущих настроек измерения и дополнительных настроек в меню утилиты к настройкам по умолчанию. Ниже приведены следующие параметры:

Таблица 6 - Настройки прибора по умолчанию

Параметры	Конфигурация по умолчанию
Основная функция	C (Емкость)
Вторичная функция	NO (Частота)
Автоматическая функция LCR	OFF (Выкл)
Эквивалентный метод	SER (Серия)
Частота измерения	1кГц
Уровень измерения	0,6 В
Скорость измерения	Slow (Медленный)
Режим допуска	OFF (Выкл)
Звуковой сигнал	ON (Вкл)
Автоматическое отключение питания	5 минут
Сохраненная настройка измерений	Clear (Очистить)
Пункт меню сохраненной утилиты	Clear (Очистить)

В опции «dEF» нажмите кнопки стрелками ▼ и ▲, чтобы выбрать «NO» или «yES». «NO» означает, что инструмент не будет возвращен к значению по умолчанию. «yES» указывает на сброс всех настроек по умолчанию и очистку ранее сохраненных настроек.

Настройка по умолчанию: NO (Нет)



Примечание: Режим выхода из утилиты определяет, следует ли выполнить функцию «yES». При «Выходе без сохранения» «yES» не активна; в то время как при выходе из утилиты с условием Saving and Exiting (Сохранить и Выйти) операция восстановления заводских настроек будет выполнена.



Примечание: В случае, когда при опции «PuP» выбран «SEt» и установлено значение «dEF» на «yES», настройка «PuP» имеет приоритет над настройкой «dEF». Это означает, что инструмент не будет возвращен к заводским настройкам по умолчанию при сохранении и выходе из меню утилиты. Вместо этого настройки включения питания будут сохранены и будут вызваны при следующем включении прибора.

2.14.2 Индикация напряжения батареи (bAtt)

Когда пункт меню меняется на «bAtt», вторичный дисплей будет указывать напряжение батареи. Этот пункт меню предназначен для справки, и ничего не позволяет изменить.

2.15.Выход из меню утилиты

Существует два способа выхода из меню утилиты: Saving and Exiting (Сохранить и Выйти), и Exiting without Saving (Выход без сохранения). Первый сохраняет все измененные настройки перед выходом, а второй выходит из меню без сохранения каких-либо изменений.

2.15.1 Saving and Exiting (Сохранить и Выйти)

Чтобы сохранить все настройки опций меню утилиты и выйти из меню, нажмите и удерживайте кнопку UTIL в течение длительного времени.

После этого прибор выйдет из меню. Затем будут выполнены PuP и dEF и сохранены все настройки.

«Сохранение» относится к сохранению соответствующей информации во встроенной энергонезависимой памяти. Таким образом, данные не будут теряться во время выключения питания и могут быть использованы после последующего включения питания.

2.15.2 Exiting Without Saving (Выход без сохранения)

Если пользователь решает выйти из меню утилиты без внесения каких-либо изменений или сохранения каких-либо изменений в «PuP» или «dEF», это можно сделать, просто нажав любые кнопки передней панели, кроме UTIL, ,  и POWER. Операции PuP и dEF будут неактивны. Настройки, такие как «bEEP» и «AoFF», не будут сохранены в энергонезависимой памяти, но будут временно активны до следующего включения прибора.

2.16. Функция коррекции (CLEAR)

В функции коррекции ошибок CLEAR есть две разновидности: Open Clear (коррекция ошибок на по разрыву цепи) и Short Clear (коррекция ошибок по короткому замыканию цепи). Clear может уменьшить распределенную ошибку, вызванную испытательными проводами, например, Short Clear может уменьшить влияние контактных резисторов и испытательных проводов, а Open Clear минимизирует влияние распределенных конденсаторов и резисторов при измерении элементов с высоким импедансом.

2.16.1 Режим CLEAR

Для удобства, режимы Open Clear и Short Clear запускаются с помощью общей кнопки. После нажатия кнопку CLEAR, прибор автоматически выберет либо открыть режим Clear, либо закрыть режим Clear.

2.16.2 Open Clear (Коррекция по разрыву цепи)

Сначала выберите частоту, на которой будет проводится коррекция, и убедитесь, что в измерительные клеммы и слоты свободны от любых оснасток, кабелей/проводов и измеряемых компонентов (Open).

Введите в режим Clear нажатием кнопки CLEAR, и через мгновение индикатор OPEN появится на вторичном дисплее после автоматического определения типа коррекции. Если пользователь решит выполнить Open Clear, необходимо сделать еще одно нажатие CLEAR.



Примечание: Индикатор «----» на вторичном дисплее указывает на то, что тестовый терминал не находится в состоянии разрыва цепи (в нем остались какие-то элементы) и процедура Open Clear не может быть выполнена.



Рисунок 10 - Режим Open Clear

2.16.3 Short Clear (коррекция по короткому замыканию цепи)

Сначала выберите тестовую частоту для коррекции, а затем вставьте пластину короткого замыкания в тестовый слот. Войдите в режим Clear нажатием CLEAR, и через мгновение индикатор SHrT появится на вторичном дисплее после автоматического определения режима коррекции. Если пользователь решит выполнить Short Clear, необходимо сделать еще одно нажатие CLEAR.



Примечание: Индикатор «----» на вторичном дисплее указывает на то, что тестовый терминал находится вне короткозамкнутого состояния и Short Clear не может быть выполнена.

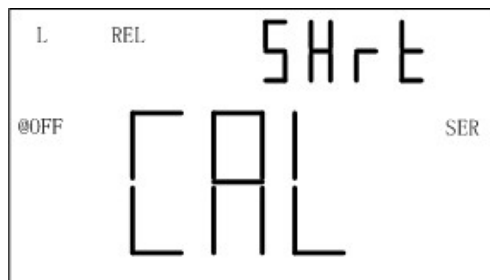


Рисунок 11 - Режим Short Clear

2.16.4 Процедура быстрой коррекции (Clear)

Ниже приведен пример шагов, которые необходимо выполнить, чтобы сделать Open Clear или Short Clear:

1. Выберите режим основной и вторичной функции для измерения;
2. Выберите частоту тестирования;
3. Выберите эквивалентный режим;
4. Держите тестовый терминал открытым, чтобы выполнить Open Clear;
5. Закоротите тестовый терминал, чтобы выполнить Short Clear;
6. Подключите тестируемый компонент, чтобы начать измерение после коррекций.

Заметка:

1. Данные проведенных коррекций просто временно хранятся в оперативной памяти, что означает, что будут потеряны после отключения питания. Поэтому операция «CLEAR», должна быть выполнена после включения питания перед измерением.
2. Данные проведенных коррекций хранятся на разных частотах, поэтому они будут по-прежнему действительны при изменении испытательной частоты (например, при частоте 1 кГц прибор был откорректирован; и когда частота вернется к 1 кГц, нет необходимости снова делать коррекцию).

3. Режим Clear не связан с параметрами теста и последовательным/параллельным эквивалентным режимом. В соответствии с разработанным принципом импедансной сети прибор выполняет операцию коррекции. Хотя комплексное сопротивление корректируется, параметр является лишь элементом после изменения импеданса.
4. После длительного времени непрерывного использования на прибор будет влиять температура окружающей сети, кроме того, могут измениться параметры испытательных приспособлений, измерительные провода и контактное сопротивление. В этом случае необходимо еще раз провести коррекцию в соответствии с конкретными условиями, чтобы достигнуть максимальной точности измерений.

2.16.5 Удаленное управление (RMT)

Если кнопка RMT используется для удаленного подключения прибора к ПК, обратитесь к разделу «Удаленное управление» для получения подробных инструкций.

2.16.6 Внутренний предохранитель

Прибор имеет внутренний предохранитель в терминале тестового сигнала, который защищает входы от серьезного повреждения прибора. Когда предохранитель перегорит, на первичном дисплее появится индикатор «FUSE» и будет непрерывно звучать внутренний «звуковой сигнал». В этом случае ни одна из функциональных кнопок не может быть использована, а все остальные функции прибора будут отключены.

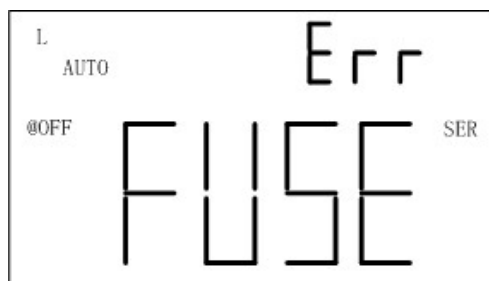


Рисунок 12 - Отображение неисправности предохранителя

В случае, если отображается указанный выше экран, прибор должен быть выключен. Если при этом индикатор не выключается, отключите внешний адаптер переменного тока, если он используется, и/или извлеките батарею из батарейного отсека. Пожалуйста, свяжитесь с отделом послепродажного обслуживания Вашего поставщика или официального дистрибьютора для замены предохранителя или технического обслуживания.



Примечание: Тревогу «FUSE» вызывает как повреждение элемента, так и отсутствие выходного тестового сигнала, вызванного неисправностью источника сигнала.

3. Проведение измерений

3.1. Измерение индуктивности

1. Нажмите кнопку POWER в течение длительного времени, чтобы включить прибор.
2. Нажимайте кнопку PRI до тех пор, пока на экране не появится буква «L», чтобы выбрать измерение индуктивности
3. Вставьте измеряемую индуктивность в испытательные слоты или подключите ее с помощью соответствующего испытательного аксессуара (например, пинцета SMD). см. рис. 13 ниже. На рисунке 13 показаны дополнительные 4-проводные измерительные аксессуары.
4. Нажимайте кнопку FREQ, пока на экране не отобразится требуемая частота теста.
5. Нажимайте кнопку LEV, пока на экране не отобразится нужный уровень теста.
6. Нажмите кнопку SEC, чтобы выбрать нужный дополнительный параметр.
7. Считайте показания результатов измерения индуктивности на ЖК-дисплее.

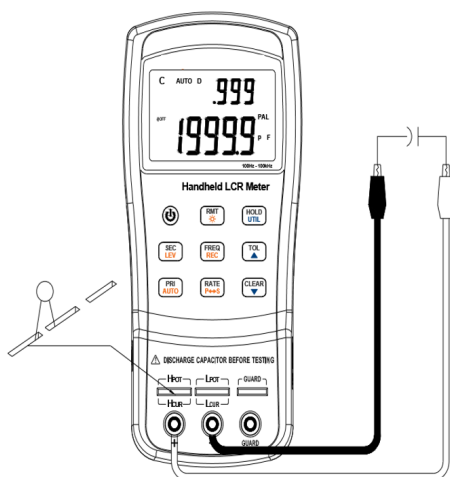


Рисунок 13 - Измерение индуктивности

Ниже приведены аксессуары для тестирования:

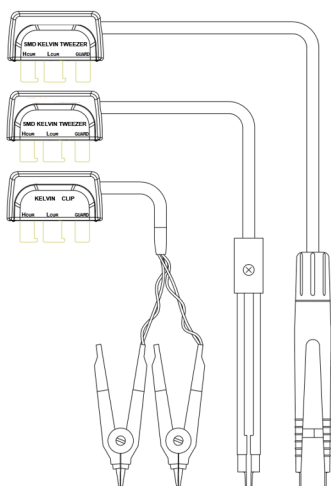


Рисунок 14 - 4-проводные тестовые аксессуары

3.2. Измерение емкости



Примечание: Перед тестированием убедитесь, что конденсатор полностью разряжен.

1. Нажмите кнопку POWER в течение длительного времени, чтобы включить прибор.
2. Нажимайте кнопку PRI до тех пор, пока на экране не появится «С», чтобы выбрать измерение емкости.
3. Вставьте конденсатор в тестовые слоты или подключите конденсатор с помощью соответствующего испытательного аксессуара см. диаграммы 15 ниже. На рисунке 14 показаны дополнительные 4-контактные тестовые аксессуары.



Внимание: Прежде чем вставлять конденсатор или емкостный компонент во входные слоты или клеммы, обязательно полностью его разрядите. (Разрядка конденсаторов большой емкости может занять больше времени). Если это не сделать, есть риск повреждения прибора.

4. Нажимайте кнопку **FREQ**, пока на экране не отобразится требуемая частота теста.
5. Нажимайте кнопку **LEV**, пока на экране не отобразится нужный уровень тестового сигнала.
6. Нажмите кнопку **SEC**, чтобы выбрать нужный дополнительный параметр.
7. Считайте показания результатов измерения емкости на ЖК-дисплее.

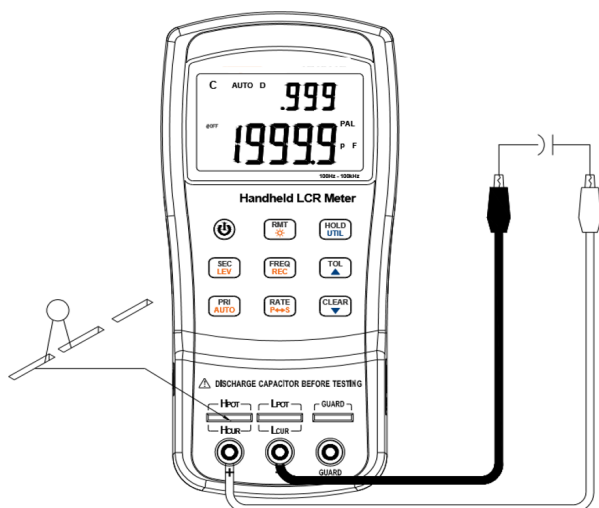


Рисунок 15 - Измерение емкости

3.3. Измерение сопротивления

1. Нажмите кнопку **POWER** в течение длительного времени, чтобы включить прибор.
2. Нажимайте кнопку **RPI** до тех пор, пока на экране не появится «R», чтобы выбрать измерение сопротивления.
3. Вставьте резистор в испытательные слоты или подключите резистор с помощью соответствующего испытательного аксессуара см. рисунок 16 ниже. На рисунке 14 показаны дополнительные 4-проводные тестовые аксессуары.

4. Нажимайте кнопку **FREQ** , пока на экране не отобразится требуемая частота тестового сигнала.
5. Нажимайте кнопку **LEV**, пока на экране не отобразится нужный уровень тестового сигнала.
6. Нажмите кнопку **SEC**, чтобы выбрать нужный дополнительный параметр.
7. Считайте измеренные значения сопротивления на ЖК-дисплее.



Примечание: Прибор в данном режиме использует сигнал переменного тока для измерения сопротивления, поэтому результат теста показывает сопротивление переменному току, а не сопротивления постоянному току.

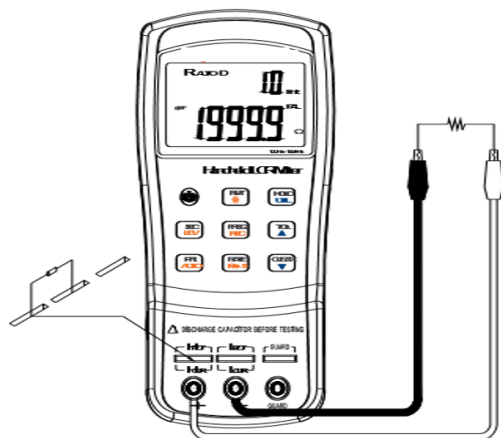


Рисунок 16 - Измерение сопротивления

3.4. Измерение импеданса

1. Нажмите кнопку **POWER** в течение длительного времени, чтобы включить прибор.
2. Нажимайте кнопку **PR1** до тех пор, пока на экране не появится «Z», чтобы выбрать измерение импеданса.

3. Вставьте измеряемый компонент (резистор, конденсатор или индуктивность) в испытательные слоты или подключите его с помощью соответствующего испытательного аксессуара.
4. Нажимайте кнопку **FREQ**, пока на экране не отобразится требуемая частота измерения.
5. Нажимайте кнопку **LEV**, пока на экране не отобразится нужный уровень тестового сигнала.
6. Нажмите кнопку **SEC**, чтобы выбрать нужный дополнительный параметр.
7. Считайте показания на ЖК-дисплее для измеренных значений импеданса.

3.5. Измерение сопротивления постоянному току

1. Нажмите кнопку **POWER** в течение длительного времени, чтобы включить прибор.
2. Нажимайте кнопку **PR1** до тех пор, пока на экране не появится «**DCR**», чтобы выбрать измерение сопротивления постоянному току.
3. Вставьте измеряемый компонент (резистор, конденсатор или индуктор) в испытательные слоты или подключите сопротивление с помощью соответствующего испытательного аксессуара.
4. Считайте показания измеренных значений импеданса на ЖК-дисплее.

4. Удаленная связь с ПК

Прибор имеет возможность связи с ПК через интерфейс mini-USB. При установке USB-драйвера, ПК может управлять прибором и собирать результаты тестов через виртуальный последовательный интерфейс.

4.1. Подключение прибора к ПК

Выполните следующие процедуры настройки подключения.

1. Установите драйвер USB.
2. Подключите один конец кабеля Mini-USB к LCR-метру, а другой конец к доступному USB-порту на ПК. Нажмите кнопку POWER, чтобы включить прибор.
3. Пропустите следующий пункт, если драйвер уже был установлен.
4. Когда Windows распознает USB-соединение, ПК предложит пользователю установить драйвер. Следующий процесс заключается в отмене руководства по установке и непосредственном запуске программы установки в файле установки.
5. По завершении Windows создаст виртуальный последовательный порт и распространит серийный номер. Дополнительные сведения см. в разделе Диспетчер устройств Windows.
6. Откройте управляющее программное обеспечение и используйте назначенный последовательный порт для связи с портативным LCR-метром. LCR-метр поддерживает управление при помощи SCPI команд. Используйте стороннее программное обеспечение, которое позволяет передавать команды SCPI через последовательный порт.

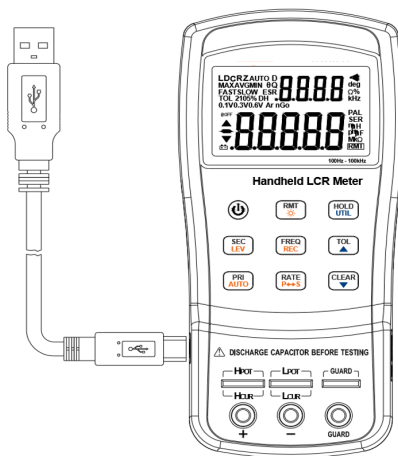


Рисунок 17 - Подключение к ПК

4.2. Конфигурация виртуального последовательного порта

Ниже приведена конфигурация последовательной связи Verdo LH2303/LH2304:

- Скорость передачи данных: 9600
- Биты данных: 8
- Четность: Нет
- Стоп-биты: 1
- Управление потоком: Нет

После установки драйвера USB, если значение по умолчанию, назначенное последовательным портом, не соответствует приведенной выше конфигурации, измените его следующим образом:

Откройте диспетчер устройств Windows → Port → Corresponding Serial Interface → Right → Property → Port Setup

4.3. Работа в удаленном режиме (RMT)

При подключении к ПК кнопка RMT используется для изменения режимов работы:

- Переход в локальный режим из режима дистанционного управления;
- Переход на функцию автовыборки в режиме локальной работы.



Примечание: Автоматическая выборка означает автоматическую отправку результата тестирования без необходимости запроса от ПК.

4.3.1 Удаленный режим

При принятии любых команд с ПК прибор будет автоматически переведен в удаленный режим. В этом режиме на ЖК-дисплее будет отображаться индикатор «RMT». После этого все кнопки передней панели будут заблокированы и отключены, за исключением кнопок RMT и POWER. Если прибор находился в режиме автоматической выборки до получения команд дистанционного управления, режим автоматической выборки будет прекращен.

То есть, относительно функций Auto Fetch и Remote Control, дистанционное управление имеет наивысший приоритет.

Чтобы выйти из режима дистанционного управления, нажмите кнопку RMT. Когда индикатор «RMT» исчезнет на ЖК-дисплее, прибор возвратится к локальной работе.



Примечание: Если локальная операция заблокирована, кнопка RMT также будет неактивна. Подробности см. в разделе «*LLO Common Command» в главе описания команд управления. Чтобы перейти режим автоматической выборки выйдите из удаленного режима, нажав кнопку RMT (Смотрите описание ниже).

4.3.2 Автоматическая выборка

Когда прибор находится вне дистанционного управления, его можно переключить в режим автоматической выборки (Auto Fetch). То есть, прибор будет автоматически отправлять данные на интерфейсную шину при каждом измерении. Таким образом, ПК будет получать данные путем прямого чтения без необходимости отправлять какие-либо команды. Он весьма полезен при записи простых данных.

Включение/отключение автоматической выборки

Чтобы переключаться между включением и отключением автоматической выборки, когда прибор находится вне дистанционного управления, нажмите кнопку RMT. В режиме Auto Fetch каждая вспышка «RMT» означает отправку результата измерения.



Примечание: Автоматическую выборку можно отключить с помощью дистанционного управления. При отправке удаленной команды на прибор автовыборка будет отключена. Чтобы повторно включить автоматическую выборку после удаленной команды, сначала нажмите кнопку RMT, чтобы восстановить работу с панели, а затем перейдите в режим автоматической выборки еще одним нажатием RMT.

5. Протоколы команд управления

5.1. Обзор

Verdo LH2303/LH2304 использует команды SCPI со строками символов ASCII, передающими управляющие команды и возвращающими информацию и данные запроса, а также с указанным терминатором, определяющим завершение командной строки или строки данных запроса.

Использование команд SCPI обеспечивает удобство управления взаимодействием ПК с измерителем посредством программирования. Формат команд соответствует спецификациям и прост для понимания и использования.

5.2. Общая команда

Стандарт IEEE 488 определяет общие команды для общего использования во всех видах приборов. Общие команды обычно имеют звездочку «*» и могут включать параметры. Некоторые примеры общих команд, таких как: *IDN?, *GTL, *LLO. Серия VERDO LH2300 поддерживает несколько распространенных команд. Дополнительные сведения см. в следующих описаниях команд.

5.3. Завершающий символ

Терминатор — это символ, отправленный хостом, который определяет конец командной строки. Только при получении символа завершения прибор анализирует и обрабатывает строку символов команды. Терминаторы могут быть любой из следующих строк символов:

<CR> (Carriage Return, ASC(&H0D));

<LF> (Line Feed, ASC(&H0A));

<CR><LF>

5.4. Возвращаемый результат

После того, как прибор выполнит команду запроса, результат будет возвращен в следующем формате:

<Result> + <CR> <LF>

CR — возврат каретки, а LF — перевод строки.

Например, при запросе результатов измерений (FETCH?) формат напечатанных данных будет отображаться следующим образом:

<Primary measured data, Secondary measured data, Tolerance Result> <CR> <LF>

5.5. Типы данных

В таблице 7 ниже описаны различные типы данных, передаваемых по шине с символами ASCII:

Таблица 7 - Тип данных

Тип данных	Объяснение	Пример
<NR1>	Целое число	+800,-200,100,-50
<NR2>	Целое число	+1.56,-0.001,10.5
<NR3>	Это представление имеет явную точку основания и экспоненту	+2.345678E+04 -1.345678E-01
<Boolean>	Параметр для логического значения. Всегда возвращать «0» или «1» для логического запроса команда	ON or OFF
<Literal>	В качестве параметров команды используется строка с краткой литеральной формой	HOLD

5.6. Условные обозначения

5.6.1 Синтаксические символы в командах

Ниже приведена часть команд:

Таблица 8 – синтаксические символы в командах

Символ синтаксиса	Объяснение
:	Двоеточие означает переход на следующий командный уровень
;	Одинаковый уровень команд
*	Общая команда
,	Многопараметрический разделитель
?	Запрос
	Пробел, отделение команд от параметров
" "	Цитируемая часть

5.6.2 Спецификатор команды

Ниже для описания формата команды используются символы, которые не являются составной частью команды.

Таблица 9 - Спецификатор команд

Символ метки	Объяснение
[]	Опция, можно опустить
	Исключительное ИЛИ
< >	Определяемый элемент
()	Комментарий

5.6.3 Аббревиатуры, команды в верхнем и нижнем регистре

1. Существует два формата команд: полный формат и сокращенный формат. В следующем описании команд команды в верхнем регистре являются сокращенными командами. Он имеет тот же эффект, что и отправка сокращенных и полных команд.
2. Аббревиатура команды, как правило, отображается в виде 4-х буквенного. Любая аббревиатура, отсутствующая в таблице команд, воспринимается как неправильная команда.
3. Не важно различать реально передаваемые ASCII-команды или буквы параметров на шине.

5.7. Справочник по командам

5.7.1 Общая команда

*IDN?

Запрос идентификатора прибора.

Return: <instrument model>, <firmware version>,
<serial number>

*LLO

Локальная блокировка. Это означает, что все кнопки передней панели, включая клавишу RMT, недоступны. (POWER button is enabled.)

*GTL

Перейдите в локальный раздел и снимите локальную блокировку. Если отправлен *LLO, единственный способ управления передней панелью - это перейти к *GTL.

*TRG

Активируйте прибор для выполнения измерения. Из-за автоматического непрерывного теста команда *TRG бесполезна.

5.7.2 Команды SCPI

FREQuency Subsystem commands

FREQuency <value>

Описание: Set the test frequency
Параметры: 100, 120, 1000, 10000, 100000 or
100Hz, 120Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz (Поддерживаемые модели)
Пример: FREQuency 100Hz
Установите частоту 100 Гц

FREQuency?

Описание: Запрос текущей частоты тестирования
Возвращать: <100Hz|120Hz|1kHz|10kHz|100kHz>

VOLTage subsystem VOLTage <value>

Описание: set the test level (only effective in L,C,R,Z)
Параметры: 0.3, 0.6, 1 or 3e-1, 6e-1, 1e0
Пример: VOLTage 0.3
Установите тестовый уровень на 0,3 В

VOLTage?

Описание: установите текущий уровень тестового сигнала
Возвращает: <0.3V|0.6V|1V>

FUNCTion subsystem

FUNCTion:impa < L | C | R | Z | DCR >

Описание: Выберите основной параметр
Пример: FUNCTion:impa L
Выбор L в качестве основного параметра

FUNCTION:impa?

Описание: запрос основного параметра
Возвращает: <L, C, R, Z, DCR, NULL >

FUNCTION:impb < D | Q | THETA | ESR >

Описание: Выберите второстепенный параметр
(действует только в L,C,R,Z) Пример: FUNCTION:impb D
Выберите D в качестве дополнительного параметра

FUNCTION:impb?

Описание: запрос вторичного параметра
(действует только в L,C,R,Z)
Возвращает: <D, Q, THETA, ESR, NULL>

FUNCTION:EQUIvalent < SERIES | parallel | PAL >

Описание: Установка эквивалентного режима
(действует только в L,C,R,Z) Параметры: SERIES — последовательный режим
Parallel — параллельный режим
Pal — параллельный режим
Пример: FUNCTION:EQUIvalent SERIES
Установите эквивалентный режим на последовательный режим

FUNCTION:EQUIvalent?

Описание: запрос эквивалентного режима
Возвращение: <SER, PAL>

CALCulate subsystem

CALCulate:TOLerance:STATe < ON | OFF >

Описание: Включение или выключение режима допуска
Пример: CALCulate: TOLerance:STATe ON

CALCulate:TOLerance:STATe?

Описание: запрос режима допуска
Возвращает <ВКЛ, ВЫКЛ >

CALCulate:TOLerance:NOMinal?

Описание: Запрос номинального значения
Возвращает NR3 или ----- (выход за пределы диапазона данных)

CALCulate:TOLerance:VALUe?

Описание: запрос процентного значения допуска
Возвращает NR3 или ----- (выход за пределы диапазона данных)

CALCulate:TOLerance:RANGe < 1 | 5 | 10 | 20 >

Описание: Установите диапазон допуска 1%, 5%, 10% или 20% (20% недоступно для некоторых моделей)
Пример: CALCulate:TOLerance:RANGe 1
Установите диапазон допуска на 1%

CALCulate:TOLerance:RANGe?

Описание: запрос диапазона допусков
Возвращает <BIN1, BIN2, BIN3, BIN4 или ---- >
«----» означает «unset bin»

CALCulate:RECORDing:STATe < ON | OFF >

Описание: Включить или выключить функцию записи
Пример: CALCulate:RECORDing:STATe ON

CALCulate:RECORDing:STATe?

Описание: Запрос состояния записи
Return: <ON or OFF>

CALCulate:RECOding:MAXimum?

Описание: Запрос максимального значения функции записи

Возвращает: <NR3, NR3> (первичные и вторичные параметры, когда данные выходят за пределы или данных нет, возвращается «----».)

CALCulate:RECOding:MINimum?

Описание: Запрос минимального значения функции записи

Возвращает: <NR3, NR3> (первичные и вторичные параметры, когда данные выходят за пределы или данных нет, возвращается «----».)

CALCulate:RECOding:AVERage?

Описание: Запрос среднего значения записывающей функции

Возвращает: <NR3, NR3> (первичные и вторичные параметры, когда данные выходят за пределы или данных нет, возвращается «----».)

CALCulate:RECOding:PRESent?

Описание: Запрос текущего значения записывающей функции

Возвращает: <NR3, NR3> (первичные и вторичные параметры, когда данные выходят за пределы или данных нет, возвращается «----».)

FETCh Subsystem**FETCh?**

Описание: Возвращает основное и дополнительное отображаемое значение и результат сравнения допусков (BIN no.).

Возвращает: <NR3, NR3, NR1> когда основным параметром является LCR, Первичный параметр, вторичный параметр и номер BIN.
<NR3,NR1> если основным параметром является DCR, Первичный параметр и номер DIN

Пример: FETCh?

5.7.3 Сводка поддерживаемых команд SCPI

Таблица 10 - Сводка команд SCPI

Команда	Параметр	Объяснение
FREQuency	<Value>	Установите частоту тестирования
FREQuency?		Запрос тестовой частоты
VOLTage	<Value>	Установите тестовый уровень
VOLTage?		Запрос тестового уровня
FUNCTion		
:impa	<Literal>	Выбор основного параметра отображения
:impa?		Запрос основного параметра отображения
:impb	<Literal>	Выберите дополнительный параметр дисплея
:impb?		Query the secondary display parameter
:EQUivalent	<Literal>	Установка эквивалентного режима
EQUivalent?		Запрос эквивалентного режима
CALCulate		
:TOLerance		
:STATe	<Boolean>	Включить/выключить режим допуска
:STATe?		Запрос режима допуска
:NOMinal?		Запрос номинального значения
:VALUe?		Query the percent of tolerance
:RANG	<Value>	Установка ячейки предельных значений
:RANGe?		Запрос предельной ячейки

:RECORDing		
:STATe	<Boolean>	Включить/выключить функцию записи
:STATe?		Запрос состояния записи
:MAXimum?		Запрос максимального значения записи
:MINimum?		Запрос минимального значения записи
:AVERage?		Запрос среднего значения записи
:PRESent?		Запрос тестового значения записи
FETCh?		Запрос измерения результат

5.8. Коды ошибок

Если коды или параметры, полученные от шины и переданные на счетчик, являются неправильными, прибор прекращает анализ и выполнение кодов. В то же время на ЖК-дисплее отобразится код ошибки и раздастся звуковой сигнал.

Ниже приведено описание кодов ошибки.

E10: Неизвестная команда

E11: Ошибка параметра

E12: Синтаксическая ошибка

6. Спецификации

Условия достижения параметров в спецификации:

1. Действительно после 10 минут прогрева.
2. Тест проводится в измерительных слотах на передней панели.
3. Измерения выполняются после коррекции по к.з. и разрыву
4. Измерения проводятся в рекомендуемом эквивалентном режиме.
5. Погрешность приведена как: $\pm(\% \text{показания} + \text{единиц младшего разряда})$ [е.м.р.]

6.1. Метрологические и технические характеристики

Измеряемые параметры:

- первичные:
 - R – электрическое сопротивление переменного тока;
 - C – электрическая емкость;
 - L – индуктивность;
 - RDC – электрическое сопротивление постоянного тока;
- вторичные:
 - Z – полное электрическое сопротивление (импеданс) переменного тока;
 - D – тангенс угла диэлектрических потерь;
 - Q – добротность;
 - Θ – угол фазового сдвига.

Ниже приведены общие спецификации и спецификации погрешности для Verdo LH2303/LH2304.

 **Примечание:** Фактическое значение тестовой частоты, помеченной как 120 Гц составляет 120,048 Гц.

Таблица 11 - Режим измерений электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь

Частота испытательного сигнала	Верхний предел под- диапазона измерений	LH2303, LH2304		Эквивалентная схема измерений
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений		
		C	D*	
100, 120 Гц	20 мФ	не нормируется	не нормируется	-
	4 мФ	±(0,1·Cх+0,0003) мФ	±0,0100	последовательная
	400 мкФ	±(0,015·Cх+0,02) мкФ	±0,0035	последовательная
	40 мкФ	±(0,01·Cх+0,002) мкФ	±0,0025	последовательная
	4 мкФ	±(0,01·Cх+0,0002) мкФ	±0,0025	последовательная или параллельная
	400 нФ	±(0,001·Cх+0,02) нФ	±0,0010	параллельная
	40 нФ	±(0,0035·Cх+0,003) нФ	±0,0010	параллельная
	4 нФ	не нормируется	не нормируется	-

1 кГц	1000 мкФ	не нормируется	не нормируется	-
	400 мкФ	$\pm(0,015 \cdot Cx + 0,03)$ мкФ	$\pm 0,01$	последовательная
	40 мкФ	$\pm(0,01 \cdot Cx + 0,002)$ мкФ	$\pm 0,0035$	последовательная
	4 мкФ	$\pm(0,01 \cdot Cx + 0,0002)$ мкФ	$\pm 0,0025$	последовательная
	400 нФ	$\pm(0,001 \cdot Cx + 0,02)$ нФ	$\pm 0,0010$	последовательная или параллельная
	40 нФ	$\pm(0,001 \cdot Cx + 0,002)$ нФ	$\pm 0,0010$	параллельная
	4 нФ	$\pm(0,035 \cdot Cx + 0,0003)$ нФ	$\pm 0,0035$	параллельная
	400 пФ	не нормируется	не нормируется	-
10 кГц	100 мкФ	не нормируется	не нормируется	-
	40 мкФ	$\pm(0,01 \cdot Cx + 0,003)$ мкФ	$\pm 0,015$	последовательная
	4 мкФ	$\pm(0,01 \cdot Cx + 0,0002)$ мкФ	$\pm 0,0035$	последовательная
	400 нФ	$\pm(0,001 \cdot Cx + 0,02)$ нФ	$\pm 0,0010$	последовательная
	40 нФ	$\pm(0,001 \cdot Cx + 0,002)$ нФ	$\pm 0,0010$	последовательная или параллельная
	4 нФ	$\pm(0,001 \cdot Cx + 0,0002)$ нФ	$\pm 0,0010$	параллельная
	400 пФ	$\pm(0,0035 \cdot Cx + 0,03)$ нФ	$\pm 0,0035$	параллельная
	40 пФ	не нормируется	не нормируется	-
100 кГц (только для LH2304)	10 мкФ	не нормируется	не нормируется	-
	4 мкФ	$\pm(0,025 \cdot Cx + 0,001)$ мкФ	$\pm 0,025$	последовательная
	400 нФ	$\pm(0,008 \cdot Cx + 0,05)$ нФ	$\pm 0,008$	последовательная
	40 нФ	$\pm(0,005 \cdot Cx + 0,002)$ нФ	$\pm 0,005$	последовательная
	4 нФ	$\pm(0,005 \cdot Cx + 0,0002)$ нФ	$\pm 0,005$	последовательная или параллельная
	400 пФ	$\pm(0,03 \cdot Cx + 0,02)$ пФ	$\pm 0,008$	параллельная
	40 пФ	не нормируется	не нормируется	-
	4 пФ	не нормируется	не нормируется	-

* – погрешность измерений тангенса угла диэлектрических потерь D_e нормируется для $D < 0,5$
Cx – измеренное значение электрической емкости

Таблица 12 - Режим измерений индуктивности и добротности

Частота испытательного сигнала	Верхний предел под- диапазона измерений	LN2303, LN2304		Эквивалентная схема измерений
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений		
		L	D*	
100, 120 Гц	1000 Гн	±(0,01·Lx+0,3) Гн	±0,01	последовательная
	400 Гн	±(0,0035·Lx+0,02) Гн	±0,035	последовательная
	40 Гн	±(0,001·Lx+0,002) Гн	±0,0010	последовательная
	4 Гн	±(0,001·Lx+0,0002) Гн	±0,0010	последовательная
	400 мГн	±(0,001·Lx+0,02) мГн	±0,0010	последовательная
	40 мГн	±(0,0045·Lx+0,002) мГн	±0,0045	последовательная
	4 мГн	±(0,014·Lx+0,005) мГн	не нормируется	последовательная
1 кГц	100 Гн	±(0,01·Lx+0,03) Гн	±0,01	последовательная
	40 Гн	±(0,0035·Lx+0,002) Гн	±0,0035	последовательная
	4 Гн	±(0,001·Lx+0,0002) Гн	±0,0010	последовательная
	400 мГн	±(0,001·Lx+0,02) мГн	±0,0010	последовательная
	40 мГн	±(0,001·Lx+0,002) мГн	±0,0010	последовательная
	4 мГн	±(0,0045·Lx+0,0002) мГн	±0,0045	последовательная
	400 мкГн	±(0,014·Lx+0,5) мкГн	не нормируется	последовательная
10 кГц	1000 мГн	±(0,008·Lx+0,03) мГн	±0,008	параллельная
	400 мГн	±(0,0035·Lx+0,02) мГн	±0,0035	параллельная
	40 мГн	±(0,001·Lx+0,002) мГн	±0,0010	параллельная
	4 мГн	±(0,003·Lx+0,0002) мГн	±0,003	последовательная или параллельная
	400 мкГн	±(0,0045·Lx+0,02) мкГн	±0,0045	последовательная
	40 мкГн	±(0,014·Lx+0,05) мкГн	не нормируется	последовательная

100 кГц (только для LH2304)	100 мГн	$\pm(0,012 \cdot L_x + 0,05)$ мГн	$\pm 0,012$	параллельная
	40 мГн	$\pm(0,008 \cdot L_x + 0,002)$ мГн	$\pm 0,008$	параллельная
	4 мГн	$\pm(0,005 \cdot L_x + 0,0002)$ мГн	$\pm 0,005$	параллельная
	400 мкГн	$\pm(0,005 \cdot L_x + 0,02)$ мкГн	$\pm 0,005$	последовательная или параллельная
	40 мкГн	$\pm(0,008 \cdot L_x + 0,005)$ мкГн	$\pm 0,008$	последовательная
	4 мкГн	$\pm(0,025 \cdot L_x + 0,01)$ мкГн	не нормируется	последовательная

* – погрешность измерений добротности Q_e нормируется для $Q_x \cdot D_e \leq 0,25$ и вычисляется по формуле

$$Q_e = \pm \frac{Q_x^2 \times D_e}{1 \pm Q_x \times D_e}$$

L_x – измеренное значение индуктивности,
 Q_x – измеренное значение добротности

Таблица 13 - Режим измерений электрического сопротивления переменного тока R

Частота испытательного сигнала	Верхний предел поддиапазона измерений	LH2303, LH2304	Эквивалентная схема измерений
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений R	
100, 120 Гц, 1, 10 кГц	10 МОм	$\pm(0,03 \cdot R_x + 0,005)$ МОм	параллельная
	4 МОм	$\pm(0,0125 \cdot R_x + 0,0003)$ МОм	параллельная
	400 кОм	$\pm(0,0035 \cdot R_x + 0,02)$ кОм	параллельная
	40 кОм	$\pm(0,001 \cdot R_x + 0,002)$ кОм	параллельная
	4 кОм	$\pm(0,001 \cdot R_x + 0,0002)$ кОм	последовательная или параллельная
	400 Ом	$\pm(0,001 \cdot R_x + 0,02)$ Ом	последовательная
	40 Ом	$\pm(0,0035 \cdot R_x + 0,002)$ Ом	последовательная
	4 Ом	$\pm(0,01 \cdot R_x + 0,0003)$ Ом	последовательная
	0,4 Ом	$\pm(0,08 \cdot R_x + 0,0005)$ Ом	последовательная

100 кГц (только для LH2304)	10 МОм	не нормируется	-
	4 МОм	$\pm(0,08 \cdot R_x + 0,001) \text{ МОм}$	параллельная
	400 кОм	$\pm(0,03 \cdot R_x + 0,05) \text{ кОм}$	параллельная
	40 кОм	$\pm(0,008 \cdot R_x + 0,002) \text{ кОм}$	параллельная
	4 кОм	$\pm(0,005 \cdot R_x + 0,0002) \text{ кОм}$	последовательная или параллельная
	400 Ом	$\pm(0,005 \cdot R_x + 0,02) \text{ Ом}$	последовательная
	40 Ом	$\pm(0,008 \cdot R_x + 0,005) \text{ Ом}$	последовательная
	4 Ом	$\pm(0,025 \cdot R_x + 0,001) \text{ Ом}$	последовательная
	0,4 Ом	$\pm(0,1 \cdot R_x + 0,002) \text{ Ом}$	последовательная

Rx – электрического сопротивления переменного тока

Таблица 14 - Режим измерений импеданса и угла фазового сдвига

Частота испытательного сигнала	Верхний предел под- диапазона измерений	LH2303, LH2304		Эквивалентная схема измерений
		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений		
		Z	Θ, °	
100, 120 Гц, 1, 10 кГц	10 МОм	не нормируется	не нормируется	-
	4 МОм	не нормируется	не нормируется	-
	400 кОм	±(0,0035·Zx+0,02) кОм	±1,00	параллельная
	40 кОм	±(0,001·Zx+0,002) кОм	±0,10	параллельная
	4 кОм	±(0,001·Zx+0,0002) кОм	±0,10	последовательная или параллельная
	400 Ом	±(0,001·Zx+0,02) Ом	±0,10	последовательная
	40 Ом	±(0,0035·Zx+0,002) Ом	±0,25	последовательная
	4 Ом	±(0,01·Zx+0,0003) Ом	±0,6	последовательная
	0,4 Ом	не нормируется	не нормируется	-

100 кГц (только для LH2304)	10 МОм	не нормируется	не нормируется	-
	4 МОм	не нормируется	не нормируется	-
	400 кОм	$\pm(0,012 \cdot Zx + 0,05)$ кОм	$\pm 0,7$	параллельная
	40 кОм	$\pm(0,008 \cdot Zx + 0,002)$ кОм	$\pm 0,5$	параллельная
	4 кОм	$\pm(0,005 \cdot Zx + 0,0002)$ кОм	$\pm 0,3$	последовательная или параллельная
	400 Ом	$\pm(0,005 \cdot Zx + 0,02)$ Ом	$\pm 0,3$	последовательная
	40 Ом	$\pm(0,008 \cdot Zx + 0,005)$ Ом	$\pm 0,5$	последовательная
	4 Ом	$\pm(0,025 \cdot Zx + 0,0001)$ Ом	$\pm 1,5$	последовательная
	0,4 Ом	не нормируется	не нормируется	-
Zx – измеренное значение импеданса				

Таблица 15 - Режим измерений электрического сопротивления постоянного тока DCR

Верхний предел поддиапазона измерений	LH2303, LH2304
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
20 МОм	$\pm(0,02 \cdot DCRx + 0,02)$ МОм
4 МОм	$\pm(0,01 \cdot DCRx + 0,001)$ МОм
400 кОм	$\pm(0,005 \cdot DCRx + 0,05)$ кОм
40 кОм	$\pm(0,001 \cdot DCRx + 0,002)$ кОм
4 кОм	$\pm(0,001 \cdot DCRx + 0,0002)$ кОм
400 Ом	$\pm(0,001 \cdot DCRx + 0,02)$ Ом
40 Ом	$\pm(0,001 \cdot DCRx + 0,002)$ Ом
4 Ом	$\pm(0,005 \cdot DCRx + 0,001)$ Ом
0,4 Ом	$\pm(0,02 \cdot DCRx + 0,002)$ Ом
DCRx - измеренное значение электрического сопротивления постоянного тока	

6.2. Технические характеристики

Таблица 16 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Электропитание	
Модель батареи	Аккумуляторная батарея LH-200H7C, 8,4 В Ni-MH, 200mAh
Сетевой адаптер переменного тока	Вход: 220В (1±10%), 50 Гц (1±5%) Выход: 12В-15В (постоянный ток)
Рабочий ток (с выключенной подсветкой)	Макс.: 35 мА Номинал: 25мА (@1кГц, 0.6 Вскз, 100 Ом нагрузка)
Потребляемый ток в режиме ожидания (питание выключено)	Макс.: 11 мкА
Срок службы батареи	6 часов (номинал) при выключенной подсветке и для нового полностью заряженного Ni-MH аккумулятора
Время и ток зарядки	Макс.: 160 мин Максимальный ток: 100 мА
Автоматическое выключение питания (для питания от батареи)	5 мин/15 мин/30 мин/60 мин/выкл. По умолчанию: 5 мин
Индикатор низкого напряжения	Индикатор низкого напряжения включается, когда напряжение батареи падает ниже 6,8 В
Нормальные условия измерений	
Температура окружающей среды, °C	от +18 до +28
Относительная влажность, %, не более	75
Условия эксплуатации	
Температура окружающей среды, °C	от 0 до +40
относительная влажность при +40 °C, %, не более	90
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более	190 × 90 × 41
Масса, кг, не более	0,35

Таблица 17 - Дополнительные технические характеристики

Наименование характеристики		Значение
Тестовый сигнал		
Частота сигнала (0.02% точность)	VERDO LH2303	100 Гц, *120 Гц, 1 кГц, 10 кГц
	VERDO LH2304	100 Гц, *120 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц
Уровень тестового сигнала (точность 10%)		0.3 Вскз, 0.6Вскз, 1 Вскз Сигнал DCR: 1 В постоянного тока
Выходное сопротивление		100 Ом
Дисплей		
Дисплей		ЖК-дисплей с двойным (основным и вторичным) дисплеем
Подсветка		Питание от батареи: когда подсветка включена, яркость уменьшается на половину 15 секунд позже и автоматически отключается через 30 секунд. Питание от адаптера: подсветка выключена до выключения вручную
Отсчеты		Максимальное количество для первичных параметров: 40 000; D/Q/ θ Мин. разрешение вторичного параметра: 0,0001.
Автоматическое выключение питания (для питания от батареи)		5 мин/15 мин/30 мин/60 мин/выкл. По умолчанию: 5 мин
Индикатор низкого напряжения		Индикатор низкого напряжения включается, когда напряжение батареи падает ниже 6,8 В
Функция		
Измеряемые параметры		Основные: L / C / R / Z / DCR Вторичные: D / Q / θ / ESR
Эквивалентные режимы		Последовательный, Параллельный
Автоматическая функция LCR		Ручная, Автоматическая
Режим выбора диапазонов		Автоматический
Тестовые терминалы		3-выводной 5-выводной
Скорость измерения	LCRZ	4 измерения/сек, 1.5 измерения/сек
	DCR	3 измерения/сек, 2.5 измерения/сек
Коррекция		по к.з. цепи по разрыву цепи
Режимы допуска		1%, 5%, 10%, 20%

Предохранитель защиты входа	0,1 А/63 В
Интерфейс	Mini-USB (виртуальный последовательный порт)
Соответствие требованиям безопасности и электромагнитной совместимости	Соответствует требованиям ТР ТС 020/2011 Электромагнитная совместимость технических средств

7. Поддержка и техобслуживание



Внимание: Не выполняйте техническое обслуживание самостоятельно. Обслуживание должно осуществляться только квалифицированным персоналом сервисной службы.



Примечание: Оберегайте прибор от жидкости и загрязнений, особенно токопроводящих веществ.

7.1. Обслуживание

Если прибор не включается, сначала проверьте аккумулятор, внешний источник и розетки питания, а также работоспособность кнопок. Если результат измерения является ненормальным, сначала проверьте состояние тестовых принадлежностей и повреждение язычка в тестовых пазах.

Перед заменой батареи прибор необходимо выключить или отключить от внешнего питания. Дополнительные сведения см. в разделе Установка батареи.

7.2. Очистка

Перед очисткой прибора убедитесь, что питание выключено, и извлеките внешний адаптер переменного тока, если он используется. Чтобы избежать поражения электрическим током или повреждения прибора, предотвратите попадание воды внутрь корпуса. В случае попадания воды внутрь немедленно извлеките аккумулятор и не запускайте прибор сразу. Для очистки прибора протрите грязные части мягкой тканью, пропитанной разбавленным нейтральным моющим средством. Избегайте слишком влажной ткани, чтобы предотвратить проникновение моющего средства во внутренние компоненты прибора, что может вызвать его повреждение.

После очистки убедитесь, что инструмент полностью высушен, прежде чем снова работать с ним.

8. Гарантийные обязательства

Изготовитель гарантирует соответствие выпускаемого LCR-метра всем требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения и транспортирования, установленных эксплуатационной документацией.

Гарантийный срок - 12 месяцев.

9. Приложение

9.1. Методика поверки


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора

 А.Д. Меньшиков
«14» февраля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

LCR-МЕТРЫ VERDO LH2300

Методика поверки

РТ-МП-5303-06-2023

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на LCR-метры VERDO LH2300 (далее по тексту – приборы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Выполнение всех требований настоящей методики поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 25-79 в соответствии с ГОСТ 8.371-80;
- ГЭТ 15-79 в соответствии с ГОСТ Р 8.732-2011;

- ГЭТ 14-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.

При определении всех метрологических характеристик средства измерений используется метод прямых измерений.

Допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин, на меньшем числе поддиапазонов измерений на основании заявления заказчика. В таком случае, при передаче сведений в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений обязательно указывается информация об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 19 до 21;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 75;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К поверке приборов допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, опыт поверки средств измерений, изучившие эксплуатационные документы на поверяемые средства измерений, основные средства поверки и настоящую методику поверки.

Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяются средства поверки (основные и вспомогательные), перечисленные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,4 °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более 3 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 94 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости	Эталоны единицы электрической емкости и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.371-80, в диапазоне значений электрической емкости от 1 нФ до 100 мкФ	Меры емкости образцовые P597, рег. № 2684-70; Магазин емкости P5025, рег. № 5395-76
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений индуктивности	Эталоны единицы индуктивности и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГОСТ Р 8.732-2011, в диапазоне значений индуктивности от 100 мкГн до 10 Гн	Меры индуктивности P596 2 разряда, 3.1.ZIT.0071.2023; Меры индуктивности и добротности многозначные LQ-2300, рег. № 34593-07
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления переменного тока	Меры электрического сопротивления переменного тока в диапазоне от 1 Ом до 1 МОм, с относительной погрешностью не более 0,03 %	Набор мер электрического сопротивления H2-2, рег. № 76668-19
п. 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока (только для исполнений VERDO LH2303, VERDO LH2304)	Меры электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне от 1 Ом до 1 МОм, с относительной погрешностью не более 0,03 %	Набор мер электрического сопротивления H2-2, рег. № 76668-19
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки приборов необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах на оборудование, применяемое при поверке.

6.2 К работе на оборудовании допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие удостоверение о проверке знаний.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре приборов проверяется:

- соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа и эксплуатационной документации на приборы;

- отсутствие видимых повреждений приборов, которые могут повлиять на работу средства измерений и его органов управления.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если выполняются вышеуказанные требования.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п. 11 данной методики поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Приборы должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии в условиях, указанных в пункте 3, не менее одного часа. Средства поверки и поверяемые приборы должны быть подготовлены к работе согласно их эксплуатационным документам. Подготовку приборов к работе должны осуществлять лица их эксплуатирующие.

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий поверки.

8.1.2 Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п. 3, с помощью приборов контроля условий поверки (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в комнате, где проводятся операции поверки.

8.1.3 Результат измерений влияющих факторов должен находиться в пределах, указанных в п. 3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствии с п. 3.

8.2 Опробование

Для опробования необходимо включить прибор в соответствии с эксплуатационной документацией.

Результат опробования считают положительным, если при включении прибора на дисплее не появляется сообщение об ошибках.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п. 11 данной методики поверки.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверить номер версии программного обеспечения прибора, отображаемый на экране при включении прибора.

Результат проверки считают положительным, если номер версии программного обеспечения не ниже:

- 2.7.21 (для исполнений VERDO LH2301, VERDO LH2302);
- 4.3.22 (для исполнений VERDO LH2303, VERDO LH2304).

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п. 11 данной методики поверки.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости

Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости проводят методом прямых измерений при помощи мер емкости P597 от 1 нФ до 1 мкФ и магазина емкости P5025 от 2 до 100 мкФ (далее - меры емкости) на частоте испытательного сигнала 1 кГц в соответствии с таблицей 3.

Установить на приборе режим измерения С и соответствующую частоту испытательного сигнала. Последовательно подключая меры емкости к прибору провести измерения электрической емкости.

Перед определением погрешности измерений электрической емкости и в случае изменения частоты или эквивалентной схемы измерений прибор должен быть откалиброван в режиме XX (OPEN) с использованием 5-ти проводного измерительного кабеля с зажимами Кельвина из комплекта прибора в соответствии с эксплуатационной документацией.

Для каждого измерения рассчитать абсолютную погрешность измерений электрической емкости ΔC , нФ, мкФ, по формуле

$$\Delta C = C_{\text{изм}} - C_{\text{д}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{д}}$ – значение электрической емкости мер емкости, нФ, мкФ;

$C_{\text{изм}}$ – значение электрической емкости, измеренное прибором, нФ, мкФ.

Таблица 3 – Измерение электрической емкости на частоте испытательного сигнала 1 кГц

Верхний предел поддиапазона измерений	Номинальные значения электрической емкости	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений	
		VERDO LH2301, VERDO LH2302	VERDO LH2303, VERDO LH2304
4 нФ	1 нФ	$\pm 0,0353$ нФ	$\pm 0,0353$ нФ
	2 нФ	$\pm 0,0703$ нФ	$\pm 0,0703$ нФ
	3 нФ	$\pm 0,1053$ нФ	$\pm 0,1053$ нФ
40 нФ	10 нФ	$\pm 0,027$ нФ	$\pm 0,012$ нФ
	20 нФ	$\pm 0,052$ нФ	$\pm 0,022$ нФ
	30 нФ	$\pm 0,077$ нФ	$\pm 0,032$ нФ
400 нФ	100 нФ	$\pm 0,27$ нФ	$\pm 0,12$ нФ
	200 нФ	$\pm 0,52$ нФ	$\pm 0,22$ нФ
	300 нФ	$\pm 0,77$ нФ	$\pm 0,32$ нФ
4 мкФ	1 мкФ	$\pm 0,0102$ мкФ	$\pm 0,0102$ мкФ
	2 мкФ	$\pm 0,0202$ мкФ	$\pm 0,0202$ мкФ
	3 мкФ	$\pm 0,0302$ мкФ	$\pm 0,0302$ мкФ
40 мкФ	10 мкФ	$\pm 0,102$ мкФ	$\pm 0,102$ мкФ
	20 мкФ	$\pm 0,202$ мкФ	$\pm 0,202$ мкФ
	30 мкФ	$\pm 0,302$ мкФ	$\pm 0,302$ мкФ
400 мкФ	100 мкФ	$\pm 1,53$ мкФ	$\pm 1,53$ мкФ

Результаты поверки считать положительными, если абсолютная погрешность измерений не превышает значений, указанных в таблице 3.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений индуктивности

Определение абсолютной погрешности измерений индуктивности проводят методом прямых измерений при помощи мер индуктивности P596 от 100 мкГн до 1 Гн, LQ-2300 3 и 10 Гн (далее - меры индуктивности) на частоте испытательного сигнала 1 кГц в соответствии с таблицей 4.

Установить на приборе режим измерения L и соответствующую частоту испытательного сигнала. Последовательно подключая меры индуктивности к прибору провести измерения индуктивности.

Перед определением погрешности измерений индуктивности и в случае изменения частоты или эквивалентной схемы измерений прибор должен быть откалиброван в режиме КЗ (SHrt) с использованием 5-ти проводного измерительного кабеля с зажимами Кельвина из комплекта прибора в соответствии с эксплуатационной документацией.

Для каждого измерения рассчитать абсолютную погрешность измерений индуктивности ΔL , мкГн, мГн, Гн, по формуле

$$\Delta L = L_{\text{изм}} - L_{\text{д}}, \quad (2)$$

где $L_{\text{д}}$ – значение индуктивности мер индуктивности, мкГн, мГн, Гн;

$L_{\text{изм}}$ – значение индуктивности, измеренное прибором, мкГн, мГн, Гн.

Таблица 4 – Измерение индуктивности на частоте испытательного сигнала 1 кГц

Верхний предел поддиапазона измерений	Номинальные значения индуктивности	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений	
		VERDO LH2301, VERDO LH2302	VERDO LH2303, VERDO LH2304
400 мкГн	100 мкГн	±1,9 мкГн	±1,9 мкГн
	200 мкГн	±3,3 мкГн	±3,3 мкГн
	300 мкГн	±4,7 мкГн	±4,7 мкГн
4 мГн	1 мГн	±0,0047 мГн	±0,0047 мГн
	2 мГн	±0,0092 мГн	±0,0092 мГн
	3 мГн	±0,0137 мГн	±0,0137 мГн
40 мГн	10 мГн	±0,027 мГн	±0,012 мГн
	20 мГн	±0,052 мГн	±0,022 мГн
	30 мГн	±0,077 мГн	±0,032 мГн
400 мГн	100 мГн	±0,27 мГн	±0,12 мГн
	200 мГн	±0,52 мГн	±0,22 мГн
	300 мГн	±0,77 мГн	±0,32 мГн
4 Гн	1 Гн	±0,0027 Гн	±0,0012 Гн
	3 Гн	±0,0077 Гн	±0,0032 Гн
40 Гн	10 Гн	±0,037 Гн	±0,037 Гн

Результаты поверки считать положительными, если абсолютная погрешность измерений не превышает значений, указанных в таблице 4.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления переменного тока

Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления переменного тока проводят методом прямых измерений при помощи набора мер электрического сопротивления H2-2 для значений сопротивления от 1 Ом до 1 МОм (далее - меры сопротивления) на частоте испытательного сигнала 1 кГц в соответствии с таблицей 5.

Установить на приборе режим измерения R и соответствующую частоту испытательного сигнала. Последовательно подключая меры сопротивления к прибору провести измерения электрического сопротивления переменного тока.

Перед определением погрешности измерений сопротивления и в случае изменения частоты или эквивалентной схемы измерений прибор должен быть откалиброван в режиме КЗ (SHrt) с использованием 5-ти проводного измерительного кабеля с зажимами Кельвина из комплекта прибора в соответствии с эксплуатационной документацией.

Для каждого измерения рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления переменного тока ΔR , Ом, кОм, МОм, по формуле

$$\Delta R = R_{\text{изм}} - R_{\text{д}} \quad (3)$$

где $R_{\text{д}}$ – значение электрического сопротивления переменного тока мер сопротивления, Ом, кОм, МОм;

$R_{\text{изм}}$ – значение электрического сопротивления переменного тока, измеренное прибором, Ом, кОм, МОм.

Таблица 5 – Измерение электрического сопротивления переменного тока

Верхний предел поддиапазона измерений	Номинальные значения электрического сопротивления переменного тока	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений	
		VERDO LH2301, VERDO LH2302	VERDO LH2303, VERDO LH2304
4 Ом	1 Ом	$\pm 0,0103$ Ом	$\pm 0,0103$ Ом
40 Ом	10 Ом	$\pm 0,037$ Ом	$\pm 0,037$ Ом
400 Ом	100 Ом	$\pm 0,27$ Ом	$\pm 0,12$ Ом
4 кОм	1 кОм	$\pm 0,0027$ кОм	$\pm 0,0012$ кОм
40 кОм	10 кОм	$\pm 0,027$ кОм	$\pm 0,012$ кОм
400 кОм	100 кОм	$\pm 0,37$ кОм	$\pm 0,37$ кОм
4 МОм	1 МОм	$\pm 0,0128$ МОм	$\pm 0,0128$ МОм

Результаты поверки считать положительными, если абсолютная погрешность измерений не превышает значений, указанных в таблице 5.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока (только для исполнений VERDO LH2303, VERDO LH2304)

Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока проводят методом прямых измерений при помощи набора мер электрического сопротивления Н2-2 для значений сопротивления от 1 Ом до 1 МОм в соответствии с таблицей 6.

Установить на приборе режим измерения DCR. Последовательно подключая меры сопротивления к прибору провести измерения электрического сопротивления постоянного тока.

Перед определением погрешности измерений сопротивления прибор должен быть откалиброван в режиме КЗ (SHrt) с использованием 5-ти проводного измерительного кабеля с зажимами Кельвина из комплекта прибора в соответствии с эксплуатационной документацией.

Для каждого измерения рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления постоянного тока ΔDCR , Ом, кОм, МОм, по формуле

$$\Delta DCR = DCR_{\text{изм}} - DCR_{\text{д}} \quad (4)$$

где $DCR_{\text{д}}$ – значение электрического сопротивления постоянного тока мер сопротивления, Ом, кОм, МОм;

$DCR_{\text{изм}}$ – значение электрического сопротивления постоянного тока, измеренное прибором, Ом, кОм, МОм.

Таблица 6 – Измерение электрического сопротивления постоянного тока (только для исполнений VERDO LH2303, VERDO LH2304)

Верхний предел поддиапазона измерений	Номинальные значения электрического сопротивления постоянного тока	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
4 Ом	1 Ом	$\pm 0,0060$ Ом
40 Ом	10 Ом	$\pm 0,012$ Ом
400 Ом	100 Ом	$\pm 0,12$ Ом
4 кОм	1 кОм	$\pm 0,0012$ кОм
40 кОм	10 кОм	$\pm 0,012$ кОм
400 кОм	100 кОм	$\pm 0,55$ кОм
4 МОм	1 МОм	$\pm 0,0110$ МОм

Результаты поверки считать положительными, если абсолютная погрешность измерений не превышает значений, указанных в таблице 6.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Заместитель директора
Сергиево-Посадского филиала ФБУ «Ростест-Москва»



А.В. Маслова

Начальник отдела № 06/403
Сергиево-Посадского филиала ФБУ «Ростест-Москва»



А.А. Бесперстов