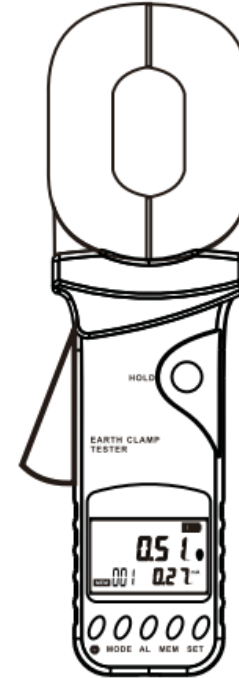


UNI-T®



UT276A+ / UT278A+

**Руководство
по эксплуатации клещей
для измерения сопротивления
заземления**

UNI-T®

UNI-TREND TECHNOLOGY (CHINA) CO., LTD.

№6, Gong Ye Bei 1st Road,
Songshan Lake National High-Tech Industrial
Development Zone, Dongguan City,
Guangdong Province, China
Tel: (86-769) 8572 3888
<http://www.uni-trend.com>


Содержание

I. Предисловие	3
II. Краткое описание	3
III. Отличия моделей	3
IV. Диапазон измерений и точность	4
V. Технические характеристики	4
VI. Конструкция прибора	5
VII. ЖК-дисплей	5
VIII. Принцип измерения	6
IX. Методы работы	6
1. Включение и выключение	6
2. Проверка напряжения батареи	6
3. Измерение сопротивления	6
4. Настройка сигнализации	7
5. Удержание данных	7
6. Хранение, доступ и удаление данных	7
X. Применение на практике	7
1. Система заземления с множественными точками	7
2. Система заземления с ограниченным числом точек	8
3. Система заземления с одной точкой	8
XI. Комплектация	9


I. Предисловие

Благодарим вас за покупку клещей для измерения сопротивления заземления. Перед использованием внимательно прочитайте это руководство, особенно раздел о технике безопасности, чтобы избежать поражения электрическим током или травм.

Во всех ситуациях уделяйте особое внимание безопасности при работе с прибором.

- Прибор разработан, изготовлен и протестирован в соответствии со стандартом IEC61010.
- Во время измерений избегайте использования рядом с прибором высокочастотных генераторов, таких как мобильные телефоны — это может привести к ошибкам.
- Обращайте внимание на надписи и символы на корпусе прибора.
- Перед использованием убедитесь, что прибор и аксессуары находятся в исправном состоянии.
- Перед включением нажмите на курок один-два раза, чтобы убедиться, что губки клещей плотно закрыты.
- Не проводите измерения во взрывоопасных местах — искры могут вызвать возгорание.
- Не нажимайте на курок и не зажимайте провода во время включения прибора.
- После включения на дисплее появляется символ "OL Ω", после чего можно приступить к измерению.
- Не оставляйте прибор на длительное время при высокой температуре, влажности, конденсации или под прямыми солнечными лучами.
- Перед заменой батарей убедитесь, что прибор выключен.
- При появлении символа  замените батареи вовремя, чтобы избежать ошибок измерения.
- Поверхности контактов клещей должны быть чистыми — не используйте абразивы или агрессивные средства.
- При открытии клещей избегайте ударов по шарнирам.
- При измерении сопротивления допустим лёгкий шум от механизма клещей — не путайте его со звуком сигнала тревоги.
- Следите за диапазоном измерений, указанным в руководстве.
- Не измеряйте ток, превышающий верхний предел диапазона прибора.
- Разборка, калибровка и обслуживание должны выполняться только квалифицированным персоналом.
- Если использование прибора становится небезопасным, прекратите

работу и сдайте его в сервис.

- При появлении символа предупреждения  строго соблюдайте рекомендации из данного руководства.

II. Краткое описание

Клещи для измерения сопротивления заземления (также называемые измерителем сопротивления контура) используются для измерения сопротивления заземления. Прибор оснащён новым экраном с высоким разрешением, который отображает сопротивление и ток одновременно. Он поддерживает функции хранения данных, просмотра, передачи, сигнализации, автоматического выключения и другие. Отличается широким диапазоном, высокой точностью, стабильной работой и высокой помехоустойчивостью. Благодаря ударопрочной, пыле- и влагозащищённой конструкции прибор подходит для работы в сферах: телекоммуникации, энергетика, метеорология, серверные, нефтяная и электромеханическая промышленность, а также для обслуживания и контроля промышленных установок. Прибор управляется микропроцессором, который точно определяет сопротивление заземления, применяя быструю фильтрацию для снижения помех.

III. Отличия моделей

Модель	Диапазон измерения сопротивления	Диапазон измерения тока
UT276A+	0–500 Ω	
UT278A+	0–1200 Ω	0–20 A

IV. Диапазон измерений и точность

Режим	Диапазон	Разрешение	Точность
Сопротивление	0.010Ω – 0.099Ω	0.001Ω	±(1% + 0.01Ω)
	0.10Ω – 0.99Ω	0.01Ω	±(1% + 0.01Ω)
	1.0Ω – 49.9Ω	0.1Ω	±(1% + 0.1Ω)
	50.0Ω – 99.5Ω	0.5Ω	±(1.5% + 0.5Ω)
	100Ω – 199Ω	1Ω	±(2% + 1Ω)
	200Ω – 395Ω	5Ω	±(5% + 5Ω)
	400Ω – 590Ω	10Ω	±(10% + 10Ω)
	600Ω – 880Ω	20Ω	±(20% + 20Ω)
Ток	0.00mA – 9.95mA	0.01mA	±(2.5% + 1mA)
	10.0mA – 99.0mA	0.1mA	±(2.5% + 5mA)
	100mA – 300mA	1mA	±(2.5% + 10mA)
	0.30A – 2.99A	0.01A	±(2.5% + 0.1A)
	3.0A – 9.9A	0.1A	±(2.5% + 0.3A)
	10.0A – 20.0A	0.1A	±(2.5% + 0.5A)

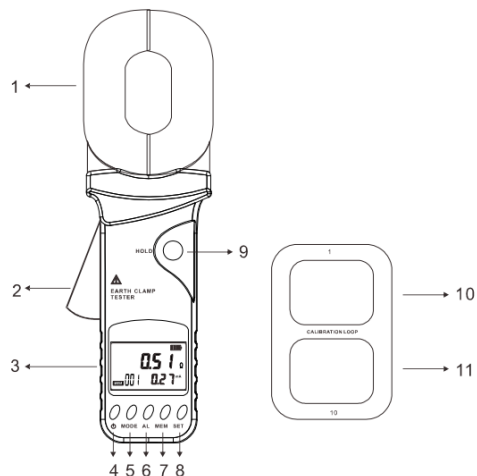
V. Технические характеристики

Функции	Измерение сопротивления заземления, измерение сопротивления петли
Температура и влажность окружающей среды	23 °C ± 5 °C, относительная влажность ≤ 75 %
Питание	DC 6 В (4 × 1.5 В щелочные батарейки AA)
Диапазон измерений	UT276A+: 0.01 – 500 Ω UT278A+: 0.01 – 1200 Ω UT278A+ (ток): 0.00 mA – 20.0 A

Метод измерения	Взаимная индукция
Разрешение по сопротивлению	0.001 Ω
Разрешение по току	0.01 mA (только UT278A+)
Размер клещей	55 мм × 32 мм
Одновременное отображение Ω + A	Отображает сопротивление и ток на одном экране (только UT278A+)
Тип дисплея	ЖК-дисплей на 4 разряда, дизайн с чёрным экраном
Размер дисплея	46 мм × 29 мм
Размер прибора (Д×Ш×В)	285 мм × 85 мм × 58 мм
Время измерения	2 измерения в секунду
Память данных	300 групп; индикация «MEM» – запись, «FULL» – память заполнена
Доступ к данным	Символ «MR» – просмотр сохранённых данных
Индикация перегрузки	Символ «OL» – превышение диапазона измерения
Тест помех	Автоматическое определение помех. Символ «NOISE» появляется, если ток помех слишком велик
Функция сигнализации	Срабатывает, если измеренное значение превышает установленный порог тревоги
Напряжение батареи	Отображается в реальном времени; при низком заряде выводится напоминание о необходимости подзарядки
Автоматическое отключение	Прибор выключается через 5 минут бездействия
Потребляемый ток	Не более 50 mA
Вес	1180 г (включая батарейки)

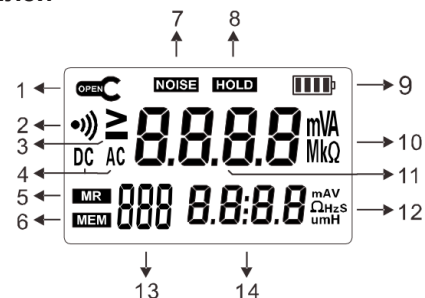
Рабочая температура и влажность	от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность $\leq 80\%$
Температура и влажность хранения	от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность $\leq 70\%$
Сопротивление изоляции	Более 20 МОм (при 500 В между схемой и корпусом)
Испытательное напряжение	Переносит 3700 В AC (rms) между схемой и корпусом
Внешнее магнитное поле	менее 40 А/м
Внешнее электрическое поле	менее 1 В/м
Соответствие стандартам безопасности	IEC 61010-1 (CAT III 300 V, CAT IV 150 V, степень загрязнения 2); IEC 61010-031

VI. Конструкция прибора




1. Захваты клещей (Clamp Jaw);
2. Курок (Trigger);
3. ЖК-дисплей (LCD);
4. Кнопка питания — POWER;
5. Кнопка выбора режима — MODE;
6. Кнопка установки сигнала тревоги — AL;
7. Кнопка памяти — MEM;
8. Кнопка установки — SET;
9. Кнопка удержания данных — HOLD;
10. Калибровочная петля — $1\ \Omega$;
11. Калибровочная петля — $10\ \Omega$.

VII. ЖК-дисплей



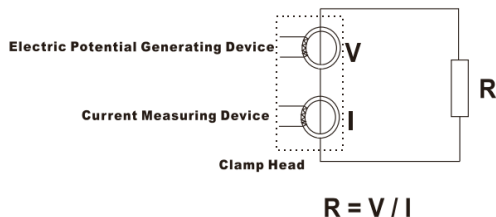
1. Индикатор разомкнутых клещей.
2. Индикатор превышения порога срабатывания сигнала.
3. Символ «больше чем».
4. Режим постоянного или переменного тока.
5. Доступ к сохранённым данным.
6. Символ сохранения данных.
7. Символ помех.
8. Удержание данных.
9. Уровень заряда батареи.
10. Единица измерения сопротивления.
11. Значение сопротивления.
12. Единица измерения тока.
13. Номер группы хранения данных.
14. Текущее значение тока.


Описание специальных символов:

1. OPEN (разомкнутые клещи) — появляется, когда клещи не сомкнуты. В этом случае измерение невозможно (возможно загрязнение контактов или случайное нажатие курка).
2. Eg (ошибка загрузки) — отображается, если при включении прибора курок нажат или клещи не закрыты.
3.  (низкий заряд) — напряжение питания ниже 5 В; измерения становятся неточными — замените батарейки.
4. OL Ω — измеряемое сопротивление превышает верхний предел диапазона.
5. L0.01Ω — измеряемое сопротивление ниже нижнего предела.
6. OL A — измеряемый ток превышает верхний предел диапазона.
7. Alarm — срабатывает, когда измеренное значение выше установленного порога; символ мигает и прибор подаёт звуковой сигнал.
8. MEM — мигает при сохранении данных.
9. MR — отображается при просмотре сохранённых данных, одновременно показывается количество записей.
10. NOISE — появляется при сильных помехах в измеряемой цепи; прибор издаёт звуковой сигнал, точность измерений в этот момент не гарантируется.

VIII. Принцип измерения

Основной принцип измерения сопротивления заземления клещами заключается в измерении сопротивления контура. Челюсти клещей состоят из двух катушек — измерительной (токовой) и возбуждающей (напряженческой). Катушка возбуждения создаёт сигнал напряжения V, индуцирующий ток I в проверяемом контуре. Измеряя значения V и I, прибор вычисляет сопротивление R по формуле: $R = V / I$


**IX. Методы работы****1. Включение и выключение**

	Не нажимайте курок, не открывайте клещи и не зажимайте провод во время включения прибора.
	Нажимайте курок или зажимайте провод только после появления на экране символа "OL Ω".
	Перед включением нажмите курок 1–2 раза, чтобы убедиться, что губки клещей полностью закрыты.
	Не прикладывайте внешние усилия к клещам — это может повлиять на точность измерений.


Нажмите кнопку POWER, чтобы включить или выключить прибор. После включения выполняется автоматическая калибровка, на экране появляется "OL Ω", и прибор переходит в режим измерения сопротивления. Если самокалибровка не выполняется, появляется сообщение "Eg", что указывает на ошибку запуска (возможные причины — клещи не закрыты или во время включения был зажат провод).

Прибор автоматически выключается через 5 минут бездействия. Перед выключением дисплей мигает в течение 30 секунд. Чтобы отсрочить автоматическое выключение ещё на 5 минут, нажмите кнопку POWER.

2. Проверка напряжения батареи

Если на дисплее появляется символ , это означает, что заряд батарей низкий. Замените батарейки, чтобы сохранить точность измерений.

3. Измерение сопротивления

	Если измеренное сопротивление заземления кажется неверным, проверьте исправность прибора, используя калибровочную петлю. На корпусе прибора расположены две калибровочные петли — на 1 Ω и 10 Ω.
---	--

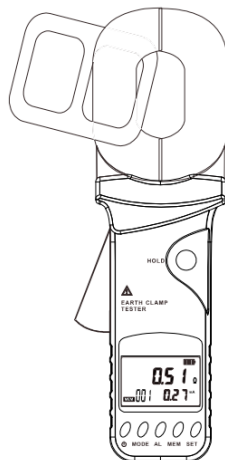
Чтобы выполнить измерение: Нажмите курок, откройте клещи и зажмите провод или контур, который требуется проверить. На экране отобразится значение сопротивления.

Прибор может одновременно измерять сопротивление и ток утечки. Для переключения между режимами используйте кнопку MODE.


Если на экране появляется "OL Ω" — сопротивление превышает верхний предел диапазона. Если отображается "L0.01 Ω" — измеряемое сопротивление ниже нижнего предела диапазона.



Режим измерения сопротивления и тока (Resistance + Current mode):
Измеренное сопротивление: 0.51 Ω
Номер группы хранения: 1
Измеренный ток петли: 0.00 mA



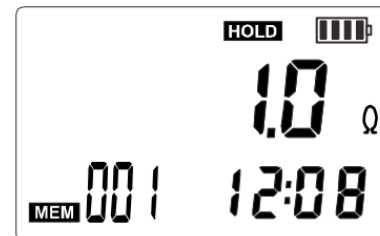
4. Настройка сигнализации

После включения прибора: Короткое нажатие кнопки AL включает или выключает функцию сигнализации. Долгое нажатие кнопки SET позволяет задать пороговое значение сопротивления, при котором сработает сигнализация. Кнопки AL и MEM используются для изменения текущего значения порога. Короткое нажатие MODE переключает режимы сигнализации. После установки нужного значения нажмите и удерживайте SET, чтобы сохранить настройки и выйти. Если измеренное сопротивление превышает заданное пороговое значение, символ  начинает мигать, а прибор подаёт прерывистый звуковой сигнал. Максимально возможное значение сигнализации для сопротивления заземления — 200 Ω.



5. Удержание данных

После стабилизации измерений коротко нажмите кнопку HOLD, чтобы зафиксировать и сохранить текущее значение. На дисплее появится символ HOLD. Чтобы выйти из режима удержания, нажмите HOLD ещё раз.



6. Хранение, доступ и удаление данных

После завершения измерения: Коротко нажмите HOLD, чтобы сохранить данные — при этом один раз мигает символ MEM. Если память заполнена, прибор отобразит мигающий символ MEM FULL. Короткое нажатие MEM открывает доступ к сохранённым данным, и на экране появляется символ MR. Кнопками AL или SET можно просматривать записи по их номеру (с шагом +1). Повторное нажатие MEM возвращает прибор в рабочий режим.



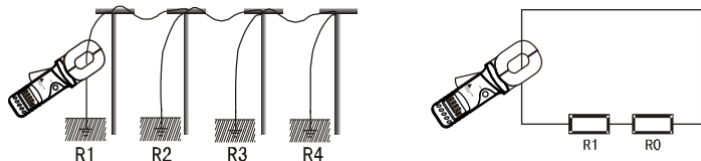
Чтобы удалить все сохранённые данные, находясь в режиме просмотра (MR), нажмите и удерживайте кнопку MEM, затем нажмите POWER.

X. Применение на практике

1. Система заземления с несколькими точками

Для систем с множественными точками заземления (например, заземление опор ЛЭП, систем связи, кабельных трасс и некоторых зданий) все точки заземления соединяются общими заземляющими проводниками (напри-

мер, экранирующими жилами коммуникационных кабелей). Таким образом, они образуют единую систему заземления. Когда прибор используется для измерения, эквивалентная схема выглядит следующим образом (см. рисунок):



R_0 — это эквивалентное сопротивление всех остальных точек заземления, соединённых параллельно.

С точки зрения строгой теории заземления, R_0 не является типичным параллельным значением в электротехническом смысле, так как существует взаимное сопротивление между точками заземления. Однако поскольку радиус зоны заземления каждой башни намного меньше расстояния между ними, и общее количество точек заземления велико, можно считать, что R_0 значительно меньше R_1 . Таким образом, допустимо принять $R_0 \approx 0$, а измеряемое значение сопротивления будет соответствовать R_1 .

Практические испытания в разных условиях подтверждают, что это приближение является корректным и даёт достоверные результаты.

2. Система заземления с ограниченным числом точек

В некоторых случаях, например, когда несколько опор (обычно до пяти) соединены между собой воздушными заземляющими проводами, или заземление здания представляет собой несколько связанных контуров, — система заземления не является полностью независимой.

Если принять $R_0 = 0$, то это вызовет погрешность измерений. В таких случаях взаимное сопротивление между точками заземления игнорируется, а эквивалентное сопротивление системы рассчитывается как параллельное соединение нескольких контуров:

$$R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}} = R_{1T}$$

$$+ \frac{\dots}{- + - + \dots + -} =$$

$$+ \frac{\dots}{- + - + \dots + -} =$$

Где: $R_1, R_2 \dots R_N$ — сопротивления заземления N контуров;

$R_{1T}, R_{2T} \dots R_{NT}$ — сопротивления, измеренные прибором в разных ветвях системы заземления.

Это система нелинейных уравнений с N неизвестными и N уравнениями. Она имеет однозначное решение, но при большом N решить её вручную практически невозможно.

Пользователи могут использовать программное обеспечение Limited-Point Grounding System Calculation (дополнительно), чтобы выполнить вычисления на ПК.

В целом, если пренебречь взаимным сопротивлением, метод не даёт существенных погрешностей, связанных с исключением R_0 .

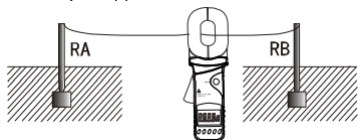
Однако важно учитывать: если контуры заземления взаимосвязаны, для расчёта необходимо провести столько же измерений, сколько контуров — не больше и не меньше. Программа выдаёт соответствующее количество значений сопротивлений.

3. Система заземления с одной точкой

По принципу работы прибор измеряет петлевое сопротивление, а не одиночное заземление. Однако можно создать искусственную петлю, используя испытательный провод и близко расположенный электрод заземления. Ниже описаны два метода измерения для одиночного заземления с помощью данного прибора — они применяются, когда классические методы с подачей напряжения невозможны.

1. Метод двух точек

Как показано на рисунке: рядом с измеряемым заземлителем RA найдите независимое заземляющее тело с хорошим сопротивлением — RB (например, металлическая водопроводная труба или контур здания). Соедините RA и RB испытательным проводом.



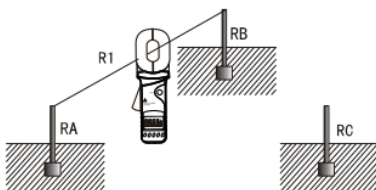
Измеряемое прибором значение сопротивления будет равно сумме: $R_T = R_A + R_B + R_L$, где: R_T — измеренное прибором общее сопротивление; R_L — сопротивление испытательного провода (его можно измерить, замкнув провод на себя через клещи).

Если значение R_T меньше допустимого уровня сопротивления заземления, значит, оба заземлителя RA и RB имеют надлежащее качество.

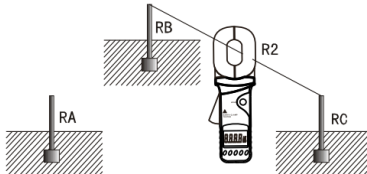
2. Метод трёх точек

Как показано на рисунке: вблизи проверяемого заземлителя RA найдите два независимых заземлителя — RB и RC.

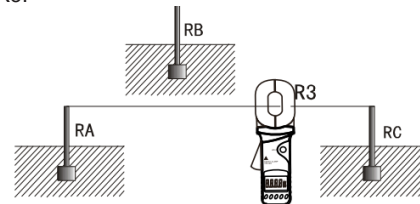
Сначала соедините RA и RB испытательным проводом и измерьте значение — R_1 .



Затем соедините RB и RC, как показано на рисунке, и с помощью прибора измерьте второе значение — R_2 .



Третий шаг: соедините RC и RA, как показано на рисунке, и получите третье измерение — R_3 .



В этих трёх шагах каждое измеренное значение представляет собой сумму сопротивлений двух заземлителей, соединённых последовательно. Таким образом, можно вычислить сопротивления каждого заземляющего тела по формулам: $R_1 = R_A + R_B$ $R_2 = R_B + R_C$ $R_3 = R_C + R_A$.

Из этих уравнений: $R_A = (R_1 + R_3 - R_2) / 2$.

Это значение сопротивления проверяемого заземлителя RA. Для удобства запоминания формулу можно представить в виде треугольника: сопротивление каждой стороны — это сумма двух соседних рёбер минус противоположное и делённое на два.

Сопротивления остальных заземлителей вычисляются так:

$$R_B = R_1 - R_A$$

$$R_C = R_3 - R_A$$

XI. Комплектация

Измеритель (тестер)	1 шт.
Батарейки (1.5 В, LR06)	4 шт.
Калибровочная петля	1 шт.
Руководство пользователя	1 экз.
Переносной кейс	1 шт.

Информация, содержащаяся в данном руководстве, может быть изменена без предварительного уведомления.