

# 1623-2

Earth/Ground Tester

Руководство пользователя

## ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ И ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для каждого продукта Fluke гарантируется отсутствие дефектов материалов и изготовления при нормальном использовании и обслуживании. Срок гарантии два года, начиная с даты поставки. На запчасти, ремонт оборудования и услуги предоставляется гарантия 90 дней. Эта гарантия действует только для первоначального покупателя или конечного пользователя, являющегося клиентом авторизованного дистрибьютора Fluke, и не распространяется на предохранители, одноразовые батареи и на любые продукты, которые, по мнению Fluke, неправильно или небрежно использовались, были изменены, загрязнены или повреждены вследствие несчастного случая или ненормальных условий работы или обращения. Fluke гарантирует, что программное обеспечение будет работать в соответствии с его функциональными характеристиками в течение 90 дней и что оно правильно записано на исправных носителях. Fluke не гарантирует, что программное обеспечение будет работать безошибочно и без остановок.

Авторизованные дистрибьюторы Fluke распространяют действие этой гарантии на новые и неиспользованные продукты только для конечных пользователей, но они не уполномочены расширять условия гарантии или вводить новые гарантийные обязательства от имени Fluke. Гарантийная поддержка предоставляется, только если продукт приобретен в авторизованной торговой точке Fluke или покупатель заплатил соответствующую международную цену. Fluke оставляет за собой право выставить покупателю счет за расходы на ввоз запасных/сменных частей когда продукт, приобретенный в одной стране, передается в ремонт в другой стране.

Гарантийные обязательства Fluke ограничены по усмотрению Fluke выплатой стоимости приобретения, бесплатным ремонтом или заменой неисправного продукта, который возвращается в авторизованный сервисный центр Fluke в течение гарантийного периода.

Для получения гарантийного сервисного обслуживания обратитесь в ближайший авторизованный сервисный центр Fluke за информацией о праве на возврат, затем отправьте продукт в этот сервисный центр с описанием проблемы, оплатив почтовые расходы и страховку (ФОБ пункт назначения). Fluke не несет ответственности за повреждения при перевозке. После осуществления гарантийного ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой (ФОБ пункт назначения). Если Fluke определяет, что неисправность вызвана небрежностью, неправильным использованием, загрязнением, изменением, несчастным случаем или ненормальными условиями работы и обращения, включая электрическое перенапряжение из-за несоблюдения указанных допустимых значений, или обычным износом механических компонентов, Fluke определит стоимость ремонта и начнет работу после согласования с покупателем. После ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой, и покупателю будет выставлен счет за ремонт и транспортные расходы при возврате (ФОБ пункт отгрузки).

ЭТА ГАРАНТИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННОЙ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ И ЗАМЕНЯЕТ ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ, ПРЯМЫЕ И СВЯЗАННЫЕ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, СВЯЗАННЫЕ ГАРАНТИИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОДАЖИ ИЛИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ. FLUKE НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЛИ УЩЕРБ, ВКЛЮЧАЯ ПОТЕРЮ ДАННЫХ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ КАКИХ-ЛИБО ДЕЙСТВИЙ ИЛИ МЕТОДОВ.

Поскольку некоторые страны не допускают ограничения срока связанной гарантии или исключения и ограничения случайных или косвенных повреждений, ограничения этой гарантии могут относиться не ко всем покупателям. Если какое-либо положение этой гарантии признано судом или другим директивным органом надлежащей юрисдикции недействительным или не имеющим законной силы, такое признание не повлияет на действительность или законную силу других положений.

Fluke Corporation  
P.O. Box 9090  
Everett, WA 98206-9090  
U.S.A.

Fluke Europe B.V.  
P.O. Box 1186  
5602 BD Eindhoven  
The Netherlands

11/99

Для регистрации продукта зайдите на сайт <http://register.fluke.com>.

# Содержание

Название	Страница
Введение .....	1
Как связаться с Fluke .....	1
Информация по технике безопасности .....	2
Хранение .....	3
Модели и принадлежности .....	4
Дополнительные принадлежности .....	5
Функции и особенности .....	6
Дисплей .....	7
Настройка .....	8
Элементы питания .....	8
Описание функций .....	10
Эксплуатация .....	11
R <sub>A</sub> 2-полюсные, 3-полюсные измерения .....	11
R <sub>A</sub> 4-полюсное тестирование .....	13
R <sub>A</sub> 3-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей .....	15
R <sub>A</sub> 4-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей .....	17
Безэлектродное измерение контура заземления .....	19
Дополнительные функции .....	21
Измерения на опорах высокого напряжения .....	21
Измерение удельного сопротивления земли .....	24
Перенос сохраненных данных на ПК .....	26
Удаление сохраненных данных .....	26
Поиск и устранение неисправностей .....	27
Обслуживание .....	29
Калибровка .....	29
Обслуживание .....	29
Технические характеристики .....	30



## ***Список таблиц***

<b>Таблица</b>	<b>Название</b>	<b>Страница</b>
1.	Символы .....	3
2.	Модели и принадлежности .....	4
3.	Функции и элементы управления .....	6
4.	Дисплей .....	7
5.	Образец файла .CSV, содержащего записанные данные .....	26
6.	Поиск и устранение неисправностей .....	27



# ***Список рисунков***

<b>Рисунке</b>	<b>Название</b>	<b>Страница</b>
1.	Внешний трансформатор тока EI-162BN.....	5
2.	Вставка элементов питания.....	9
3.	RA 2-полюсное тестирование.....	12
4.	RA 3-полюсное тестирование.....	12
5.	RA 4-полюсное тестирование.....	14
6.	RA 3-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей.....	16
7.	RA 4-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей.....	18
8.	Безэлектродное измерение контура заземления.....	20
9.	Измерение сопротивления заземления без отсоединения проходящего сверху заземляющего провода.....	21
10.	Измерение удельного сопротивления земли.....	24
11.	Поиск и устранение неисправностей.....	28



## ***Введение***

Измеритель сопротивления заземления 1623-2 («Измеритель» или «Прибор») — компактный, надежный прибор для работы в полевых условиях, выполняющий все четыре типа измерения сопротивления заземления. В частности, с помощью данного прибора можно измерять сопротивление контура заземления с использованием только клещей. Такой метод измерений называется безэлектродным. Данный метод не требует использования заземляющих электродов или отсоединения заземляющих стержней.

Особенности устройства 1623-2:

- Концепция измерения одной кнопкой
- 3-полюсное и 4-полюсное тестирование сопротивления заземления
- 4-полюсное тестирование удельного сопротивления земли
- Выборочное измерение без отсоединения провода заземления (1 клещи)
- Безэлектродное тестирование, быстрое тестирование сопротивления контура заземления (2 комплекта клещей)
- Частота измерения 128 Гц

## ***Как связаться с Fluke***

Чтобы связаться с представителями компании Fluke, позвоните по одному из этих номеров:

- США: 1-800-760-4523
- Канада: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Европа: +31 402-675-200
- В Японии: +81-3-6714-3114
- В Сингапуре: +65-6799-5566
- В других странах мира: +1-425-446-5500

Зайдите на сайт [www.fluke.com](http://www.fluke.com), чтобы зарегистрировать прибор, скачать руководство и получить более подробную информацию.

Чтобы просмотреть, распечатать или загрузить самые последние дополнения к руководствам, посетите раздел веб-сайта <http://us.fluke.com/usen/support/manuals>.

## **Информация по технике безопасности**

Знак **Предупреждение** указывает на условия и действия, опасные для пользователя. Знак **Предостережение** означает условия и действия, которые могут привести к повреждению прибора или проверяемого оборудования.

### **⚠⚠ Предупреждение**

**Следуйте данным инструкциям во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм:**

- **Перед использованием прибора ознакомьтесь со всеми правилами техники безопасности.**
- **Используйте данный прибор только по назначению. Ненадлежащая эксплуатация может привести к нарушению степени защиты, обеспечиваемой прибором.**
- **Не используйте прибор, если в его работе возникли неполадки.**
- **Не используйте прибор, если он поврежден.**
- **Не используйте измерительные провода, если они повреждены. Осмотрите измерительные провода на предмет поврежденной или отсутствующей изоляции, а также на наличие признаков износа. Проверьте измерительные провода на обрыв.**
- **Не используйте прибор в среде взрывоопасного газа, пара или во влажной среде.**
- **Напряжение между клеммами или между клеммами и заземлением не должно превышать номинальных значений.**
- **Используйте только датчики тока, измерительные провода и адаптеры, поставляемые с прибором.**
- **Не воспринимайте результат измерения тока как показатель того, что к цепи можно безопасно прикасаться. Чтобы узнать, является ли цепь опасной, необходимо измерить напряжение.**
- **Перед использованием прибора необходимо закрыть и зафиксировать крышку отсека для элементов питания.**
- **Если загорелся индикатор низкого заряда элементов питания, необходимо их заменить. Это позволит избежать ошибок в измерениях.**
- **Не подключать напрямую к электрической сети.**
- **Запрещается подключать источники напряжения >30 В перем. тока (среднеквадратичное значение), 42 В пикового напряжения перем. тока или 60 В пост.тока.**

В таблице 1 приведен список символов, использующихся на приборе и в данном руководстве.

**Таблица 1. Символы**

Символ	Описание
	Опасность. Важная информация. См. руководство.
	Опасное напряжение. Опасность поражения электрическим током.
	Индикатор заряда аккумулятора
	Соответствует директивам ЕС.
	Соответствует стандартам электромагнитной совместимости (EMC) Южной Кореи.
	Соответствует действующим в Австралии требованиям по электромагнитной совместимости.
	Данный прибор соответствует требованиям к маркировке директивы WEEE (2002/96/EC). Данная метка указывает, что настоящий электрический/электронный прибор нельзя выбрасывать вместе с бытовыми отходами. Категория прибора: Что касается типов оборудования согласно Дополнению I Директивы WEEE, данный прибор имеет категорию 9 «Контрольно-измерительные приборы». Не утилизируйте данный прибор вместе с неотсортированными бытовыми отходами. По вопросу утилизации свяжитесь с Fluke или лицензированной компанией по утилизации промышленных отходов.

## **Хранение**

Если прибор хранится или не используется в течение долгого времени, необходимо извлечь элементы питания.

## Модели и принадлежности

В комплект поставки прибора входят следующие стандартные принадлежности:

- 6 щелочных элементов питания типа AA (LR6)
- 2 измерительных провода длиной 1,5 м
- 1 соединительный кабель (для 2-полюсного тестирования RA)
- 2 зажима типа «крокодил»
- 1 компакт-диск с руководством пользователя
- Краткий справочник
- Информация по технике безопасности

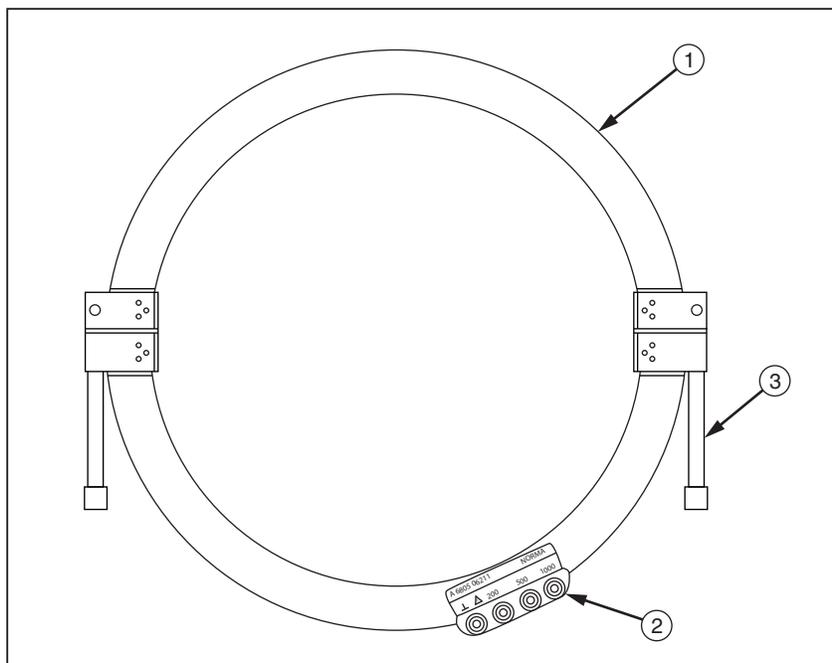
Таблица 2 содержит список моделей и принадлежностей.

**Таблица 2. Модели и принадлежности**

Описание	Код для заказа
Измеритель сопротивления заземления 1623-2(с руководством пользователя, рекомендациями по мерам безопасности, QRG, кабелем зонда Geox, 2 зажимами, комплектом проводов)	4325155
Комплект измерителя сопротивления заземления 1623-2(с руководством пользователя, рекомендациями по мерам безопасности, QRG, кабелем зонда Geox, 2 зажимами, комплектом проводов, 4 штырями заземления, 3 катушками с кабелями, футляром для переноски C1620, EI-162X & EI-162AC)	4325170
Комплект для замены при обслуживании 162x-7001(с комплектом проводов и 2 зажимами)	2577167
Электрод заземления	4325492
Набор электродов ES-162P3-2 для 3-полюсного тестирования (с 3 электродами заземления, 1 катушкой с синим кабелем 25 м, 1 катушкой с красным кабелем 50 м)	4359377
Набор электродов ES-162P4-2 для 4-полюсного тестирования(с 4 электродами заземления, 1 катушкой с синим кабелем 25 м, 1 катушкой с зеленым кабелем 25 м, 1 катушкой с красным кабелем 50 м)	4359389
Набор клещей для измерений в режимах «выборочный/безэлектродный» EI-1623 для приборов 1623-2/1625-2(с EI-162X, EI-162AC)	2577115
Клещи-трансформатор тока (измеряющий) EI-162X с набором экранированных кабелей	2577132
Клещи-трансформатор тока (возбуждающий) EI-162AC	2577144
Трансформатор с разрезным сердечником EI-162BN — для тестирования опор (12,7 дюйма — 320 мм)	2577159
Экранированный кабель (используется с клещами EI-162X)	2630254
Катушка с синим кабелем 25 м	4343731
Катушка с зеленым кабелем 25 м	4343746
Катушка с красным кабелем 50 м	4343754
Футляр для переноски C1620	4359042

## **Дополнительные принадлежности**

**Внешний трансформатор тока** доступен по дополнительному заказу, см. рис. 1. Коэффициент трансформации составляет от 80 до 1200:1 при измерении силы тока в отдельном отводе распределенной системы заземления. Это позволяет пользователю выполнять измерения на опорах высокого напряжения, не отключая находящиеся выше заземляющие провода или заземляющие кабели в нижней части опор. Также трансформатор используется при проведении измерений на системах молниезащиты без отключения отдельных молниезащитных проводов.



evx01.eps

**Рисунке 1. Внешний трансформатор тока EI-162BN**

- ① Половина трансформатора (2)  
На торцевых сторонах трансформатора находятся болты, выполняющие роль осей, разделяющих две части трансформатора. На одной из торцевых сторон трансформатора находится отверстие для болта, через которое он выходит наружу.
- ② Соотношение коэффициентов трансформации: 1, 200, 500, и 1000
- ③ Замок (2)

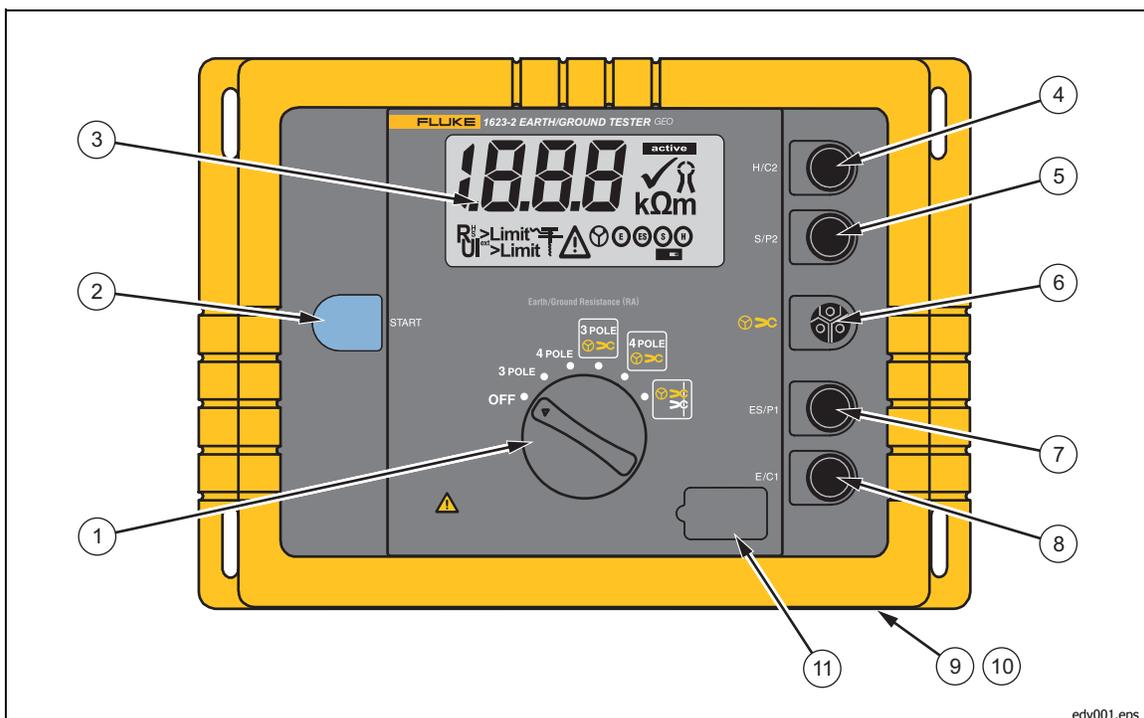
## Функции и особенности

Типичные сферы применения прибора:

- Измерения сопротивления заземления на различных объектах, таких как опоры линий высокого напряжения, здания, системы заземления электросетей, станции мобильной связи и ВЧ-передатчики.
- Контроль и планирование эксплуатации систем молниезащиты
- Измерения сопротивления при помощи электродов заземления; не требует отключения

Список функций и элементов управления см. в таблице 3.

Таблица 3. Функции и элементы управления

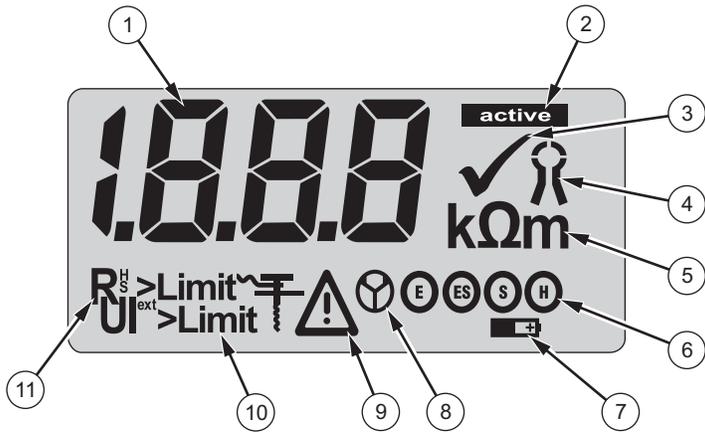


Элемент	Описание
①	Поворотный переключатель для выбора функции измерения, включения и выключения
②	Кнопка «START» для запуска выбранной функции измерения
③	Жидкокристаллический (ЖК) дисплей
④	Разъем «H/C2» для вспомогательного заземления (4 мм Ø)
⑤	Разъем «S/P2» для зонда (4 мм Ø)
⑥	Разъем  для токоизмерительных клещей
⑦	Разъем «ES/P1» для электрода заземления - зонда (4 мм Ø)
⑧	Разъем «E/C1» для измеряемого заземляющего электрода (4 мм Ø)
⑨	Отсек для 6 щелочных элементов питания (тип AA, LR6)
⑩	Винты для закрепления крышки отсека для элементов питания
⑪	Разъем USB (тип B)

## Дисплей

ЖК-дисплей представляет собой 1999-разрядный дисплей со специальными символами высотой 25 мм. Местоположение и описание каждого элемента дисплея см. в таблице 4.

Таблица 4. Дисплей



edv009.eps

Элемент	Описание
①	Результат измерения
②	Выполняется измерение
③	Измерение завершено
④	Подключение токоизмерительных клещей
⑤	Единица измерения
⑥	Индикатор разряда
⑦	Напряжение элементов питания слишком низкое, замените их
⑧	Индикатор разъема токоизмерительных клещей
⑨	Ошибка
⑩	Внешнее напряжение слишком высокое/наружный ток
⑪	RH>предела Сопrotивление вспомогательного электрода заземления слишком высокое
	RS>предела: Сопrotивление зонда слишком высокое

## **Настройка**

### **⚠ Предупреждение**

Перед включением прибора ознакомьтесь со всеми правилами техники безопасности. Если возникли трудности, см. раздел *Поиск и устранение неисправностей*.

## **Элементы питания**

### **⚠⚠ Предупреждение**

Следуйте данным инструкциям во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травмирования:

- Перед использованием прибора необходимо закрыть и зафиксировать крышку отсека для элементов питания.
- Если загорелся индикатор низкого заряда элементов питания, необходимо их заменить. Это позволит избежать ошибок в измерениях.
- Элементы питания содержат опасные химические вещества, которые могут привести к ожогам. При попадании химических веществ на кожу промойте ее водой и обратитесь за медицинской помощью.

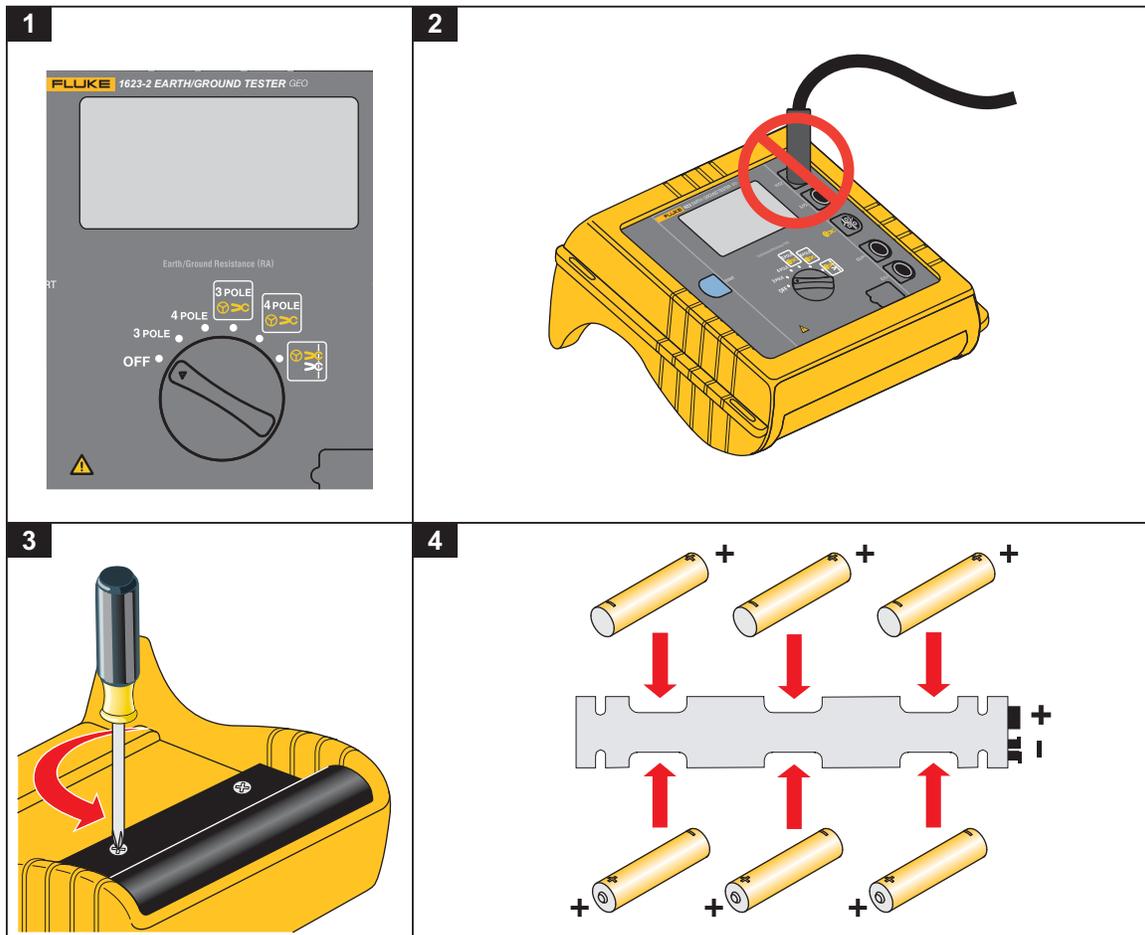
### **⚠ Предупреждение**

Следуйте данным инструкциям для безопасного использования и технического обслуживания прибора:

- В случае протекания элементов питания необходимо отремонтировать прибор перед использованием.
- Чтобы избежать протекания элементов питания, убедитесь, что полярность элементов питания соблюдена.

Для замены элементов питания:

1. Выключите прибор (см. рис. 2).
2. Отсоедините все измерительные провода.
3. Откройте отсек для элементов питания.
4. Вставьте элементы питания. При замене элементов питания всегда заменяйте все элементы питания.
5. Закройте отсек для элементов питания.



edv002.eps

**Рисунке 2. Вставка элементов питания**

### Описание функций

Функции выбираются с помощью центрального поворотного переключателя. Результаты измерений отображаются на ЖК-дисплее с десятичной точкой и в выбранной единице измерения. Дополнительные специальные символы обозначают режим измерения, рабочее состояние и сообщения об ошибках.

Прибор оснащен следующими функциями измерения:

- **Сопrotивление заземления ( $R_E$ )** Для определения сопротивления заземления используется 3-полюсная или 4-полюсная схема измерения силы тока и напряжения. Измерительное напряжение представляет собой прямоугольные импульсы переменного тока с квадратным импульсом 48 / 20 В и частотой 94, 105, 111 или 128 Гц. Частоту можно выбрать вручную или автоматически (AFC).
- **Выборочное измерение сопротивления заземления ( $R_E \gg C$ )** Измерение одного электрода заземления в распределенной (параллельной) системе заземления. Сила тока, проходящего через один электрод заземления, измеряется при помощи внешнего трансформатора тока.
- **Индикатор заряда элементов питания** Напряжение элементов питания слишком низкое, замените их.

## Эксплуатация

Прибор имеет функции как 3-полюсного, так и 4-полюсного измерения сопротивления, выполняющие измерение сопротивления систем заземления и измерение сопротивления почвы и геологических пластов. Прибор также выполняет измерения при помощи внешнего трансформатора тока, использование которого при измерении сопротивления отдельного проводника в связанных сетях (молниезащитные системы и опоры высокого напряжения с кабелями) позволяет избежать отключения частей системы.

### ***R<sub>A</sub>*** 2-полюсные, 3-полюсные измерения

Для проведения 2-полюсного измерения или измерения сопротивления полного заземления создайте перемычку между клеммами H/C2 и S/P2 при помощи входящего в комплект поставки соединительного кабеля. Используйте только один электрод заземления и вспомогательный электрод заземления. Минимальное расстояние между электродом заземления (E/CD1) и вспомогательным заземлением (H/C2) должно быть не менее 20 м.

См. рис. 3 и 4 и выполните шаги от 1 до 4.

1. Выберите **3-ПОЛЮСНОЕ**.
2. Подключите измерительные провода.

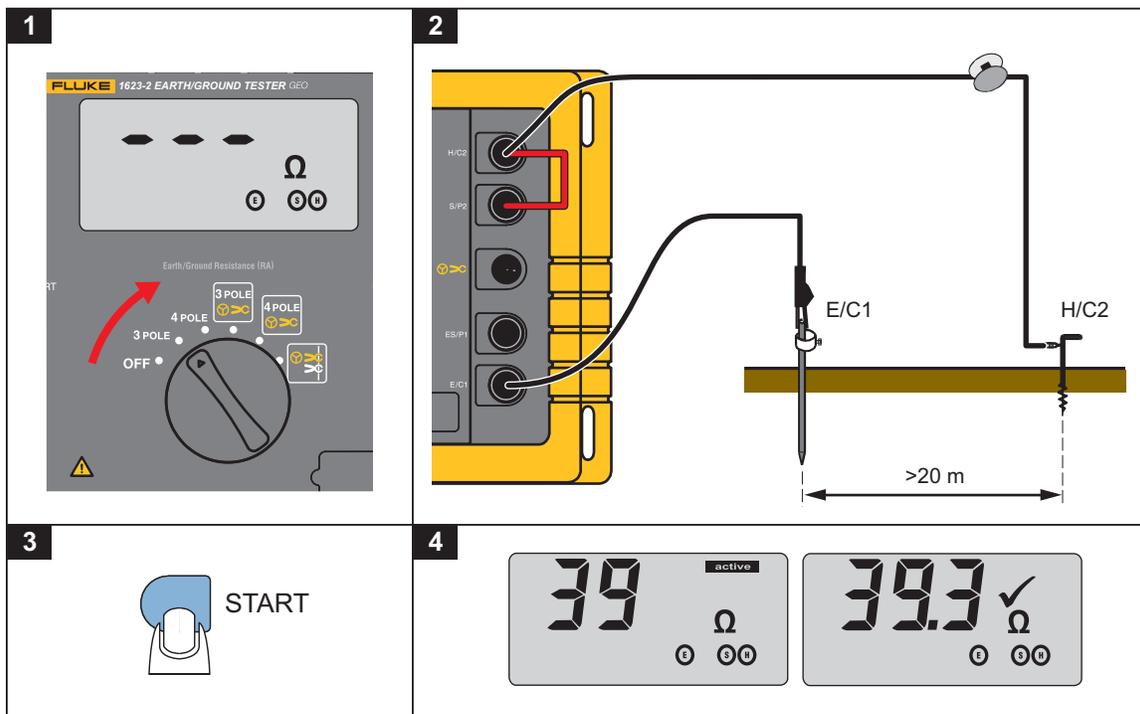
Подключите клемму E/C1 к системе заземления, подлежащей измерению, при помощи входящих в комплект поставки измерительного провода и зажима (1,5 м). Поместите два заземляющих электрода в землю.

#### *Примечание*

*Минимальное расстояние между электродом заземления (E/C1), зондом (S/P2) и вспомогательным заземлением (H/C2) должно быть не менее 20 м.*

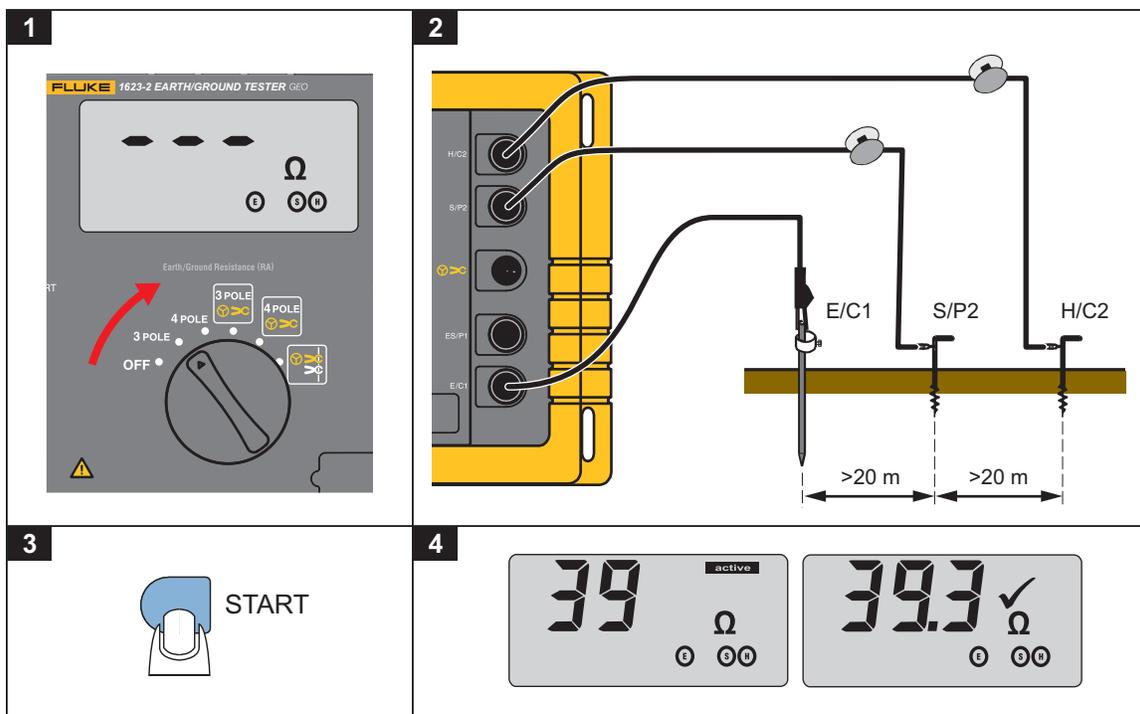
Соедините электроды при помощи катушек с кабелями длиной 25 и 50 м с H/C2 и S/P2, как показано на рис. 3 и 4.

3. Нажмите **START**.  
**active** указывает, что измерение выполняется. Для выполнения непрерывного измерения продолжайте нажимать кнопку START.
4. ✓ указывает, что измерение завершено. Результат отображается на дисплее до запуска нового измерения или поворота основного переключателя.



edv003.eps

Рисунке 3. R<sub>A</sub> 2-полюсное тестирование



edv003b.eps

Рисунке 4. R<sub>A</sub> 3-полюсное тестирование

***Ра 4-полюсное тестирование***

Проведение 4-полюсного тестирования:

1. Выберите функцию **4-ПОЛЮСНОЕ**. См. рисунок 5.

2. Подключите измерительные провода.

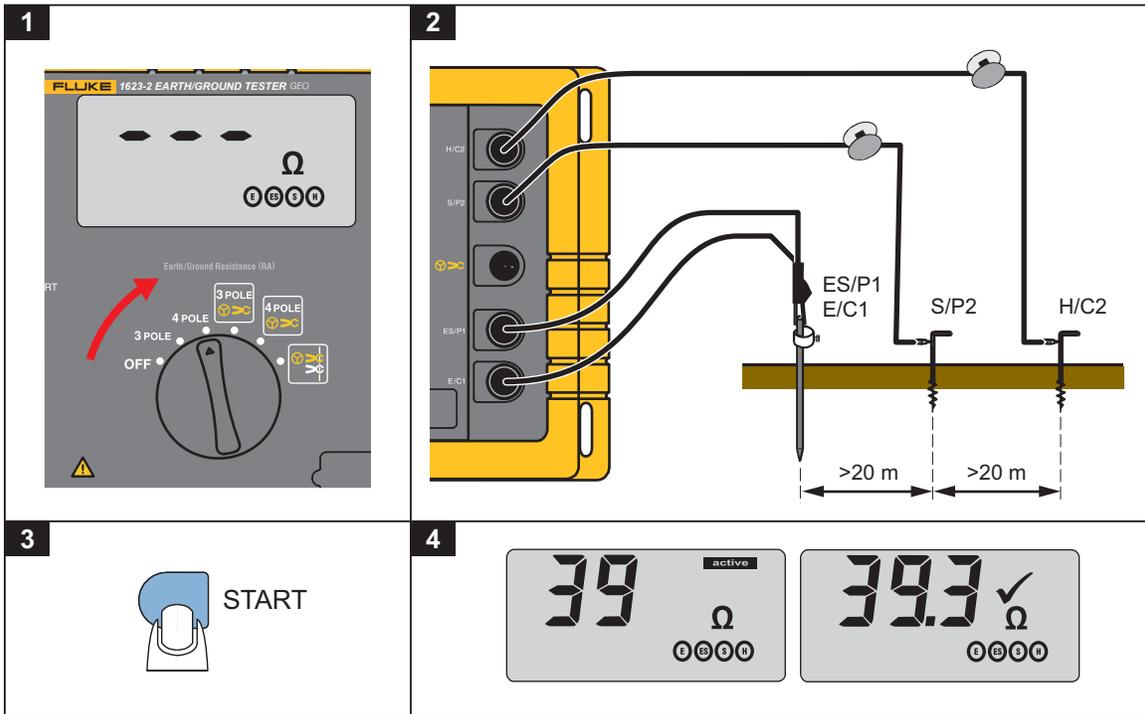
Подключите клеммы E/C1 и ES/P1 к системе заземления, подлежащей измерению, при помощи двух входящих в комплект поставки измерительных проводов (1,5 м). Поместите два заземляющих электрода в землю. Минимальное расстояние между электродом заземления (E/C1), зондом (S/P2) и вспомогательным заземлением (H/C2) должно быть не менее 20 м. Измерительный провод ES нивелирует влияние измерительных проводов.

Соедините электроды при помощи катушек с кабелями длиной 25 и 50 м с H/C2 и S/P2, как показано ниже.

3. Нажмите **START**.

**active** указывает, что измерение выполняется. Для выполнения непрерывного измерения продолжайте нажимать кнопку START.

4. ✓ указывает, что измерение завершено. Результат отображается на дисплее до запуска нового измерения или использования поворотного переключателя.



edv004.eps

Рисунке 5. R<sub>A</sub> 4-полюсное тестирование

### ***R<sub>A</sub> 3-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей***

R<sub>A</sub> 3-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей служит для измерения сопротивления разных параллельных секций системы заземления.

1. Выберите **3-ПОЛЮСНОЕ** . См. рисунок 6.
2. Подключите измерительные провода.

Подключите один конец входящего в комплект поставки измерительного провода (1,5 м) к клемме E/C1, а другой конец — к системе заземления, подлежащей измерению. Поместите два заземляющих электрода в землю. Минимальное расстояние между электродом заземления (E/C1), зондом (S/P2) и вспомогательным заземлением (H/C2) должно быть не менее 20 м.

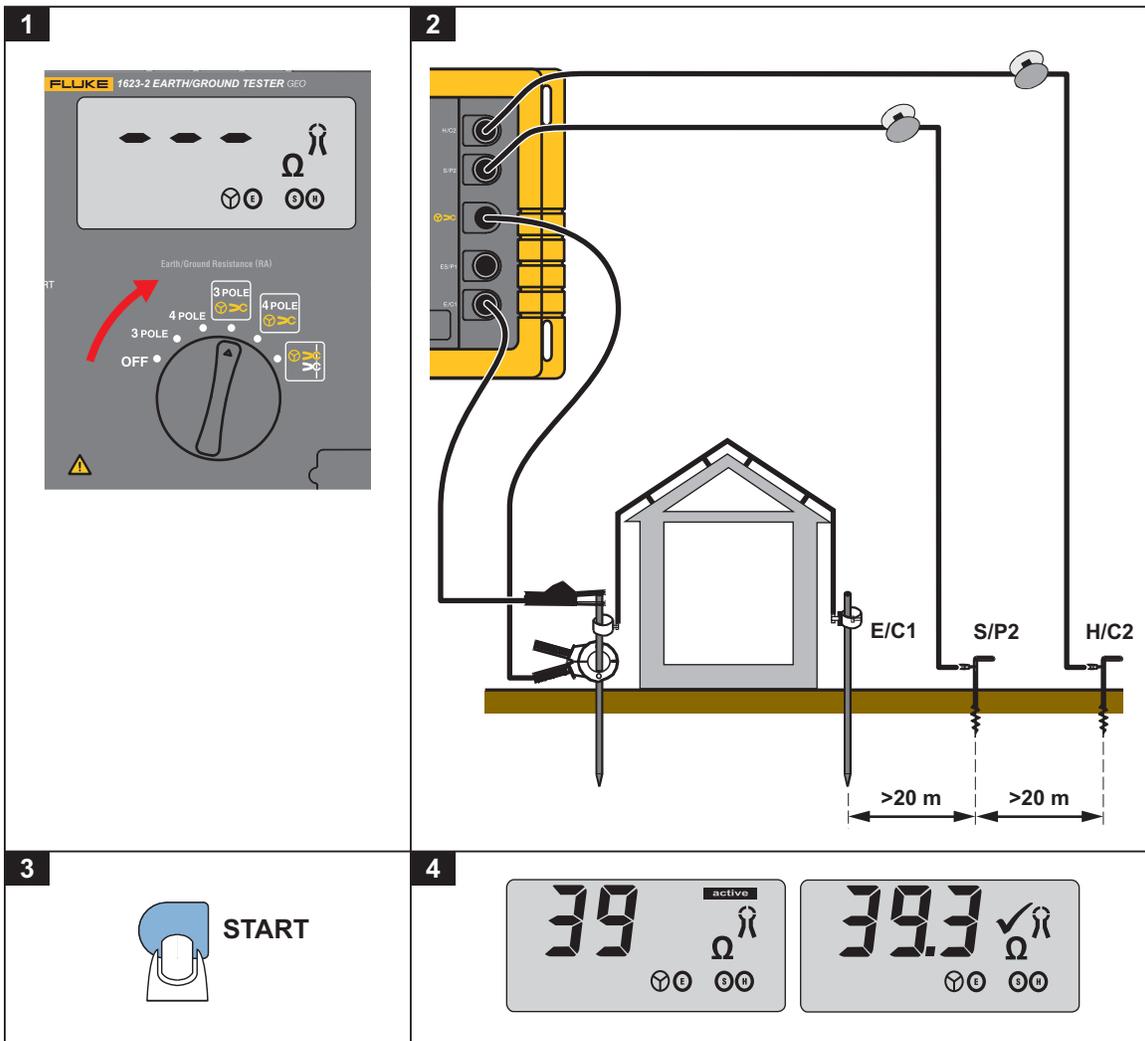
Соедините электроды при помощи кабельных катушек с кабелями длиной 25 и 50 м с H/C2 и S/P2, как показано.

Подключите токоизмерительные клещи при помощи кабеля с адаптером, как показано.

3. Нажмите **START**.

**active** указывает, что измерение выполняется. Для выполнения непрерывного измерения продолжайте нажимать кнопку START.

4. ✓ указывает, что измерение завершено. Результат отображается на дисплее до запуска нового измерения или использования поворотного переключателя.



edv005.eps

Рисунке 6. RA 3-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей

### ***R<sub>A</sub> 4-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей***

R<sub>A</sub> 4-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей служит для измерения сопротивления разных параллельных секций системы заземления.

1. Выберите функцию **4-ПОЛЮСНОЕ**  **SC**. См. рисунок 7
2. Подключите измерительные провода.

Подключите клеммы E/C1 и ES/P1 при помощи входящих в комплект поставки измерительных проводов безопасной конструкции (1,5 м) к подлежащему измерению электроду заземления. Поместите два заземляющих электрода в землю. Минимальное расстояние между электродом заземления (E/C1), зондом (S/P2) и вспомогательным заземлением (H/C2) должно быть не менее 20 м.  Измерительный провод позволяет избежать влияния измерительных проводов.

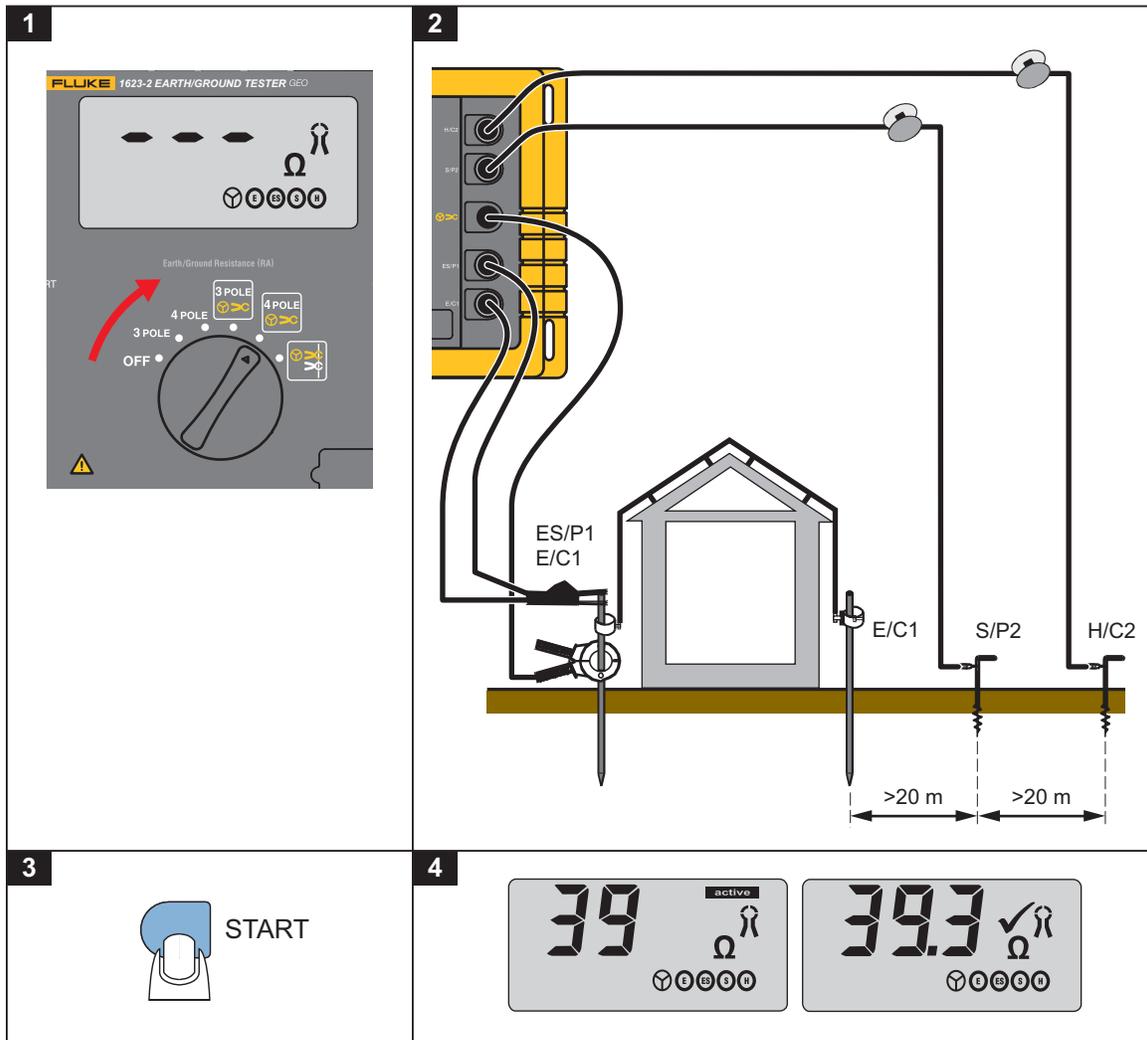
Соедините электроды при помощи кабельных катушек с кабелями длиной 25 и 50 м с H/C2 и S/P2, как показано.

Подключите токоизмерительные клещи при помощи кабеля с адаптером, как показано.

3. Нажмите **START**.

**active** указывает, что измерение выполняется. Для выполнения непрерывного измерения продолжайте нажимать кнопку START.

4.  указывает, что измерение завершено. Результат отображается на дисплее до запуска нового измерения или задействования поворотного переключателя.



edv006.eps

Рисунке 7. R<sub>A</sub> 4-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей

### Безэлектродное измерение контура заземления

При использовании этого метода рядом с заземляющим стержнем или соединительным кабелем размещаются два комплекта клещей, каждый из которых подключается к прибору. Заземляющие электроды не используются. Одним комплектом клещей подается известное фиксированное напряжение, а вторыми клещами измеряется сила тока. Прибор автоматически определяет сопротивление контура заземления на заземляющем стержне.

1. Выберите . См. рисунок 8.

2. Подключите токоизмерительные клещи.

Подключите возбуждающие клещи (см. *Модели и принадлежности*) к клеммам H/C2 и E/C1 при помощи входящих в комплект поставки измерительных проводов безопасной конструкции (1,5 м), как показано.

#### *Примечание*

*Используйте только рекомендованные возбуждающие токоизмерительные клещи. Остальные токоизмерительные клещи непригодны для использования.*

Подключите вторые токоизмерительные клещи при помощи кабеля с адаптером (измерительные клещи).

Охватите обоими клещами электрод заземления, подлежащий измерению.

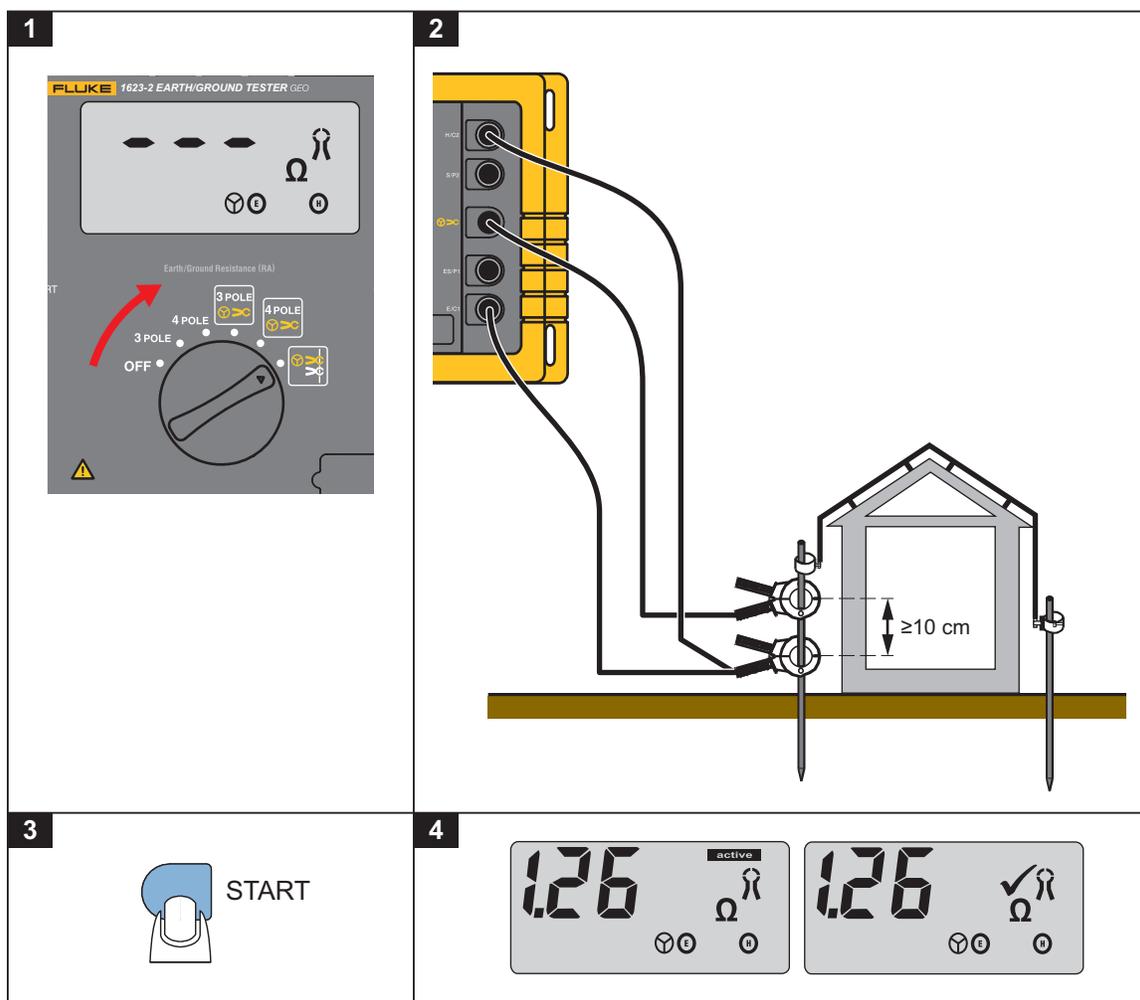
#### *Примечание*

*Минимальное расстояние между двумя токовыми клещами — 10 см.*

3. Нажмите **START**.

**active** указывает, что измерение выполняется. Для выполнения непрерывного измерения продолжайте нажимать кнопку START.

4. ✓ указывает, что измерение завершено. Результат отображается на дисплее до запуска нового измерения или задействования поворотного переключателя.



edv007.eps

Рисунке 8. Безэлектродное измерение контура заземления

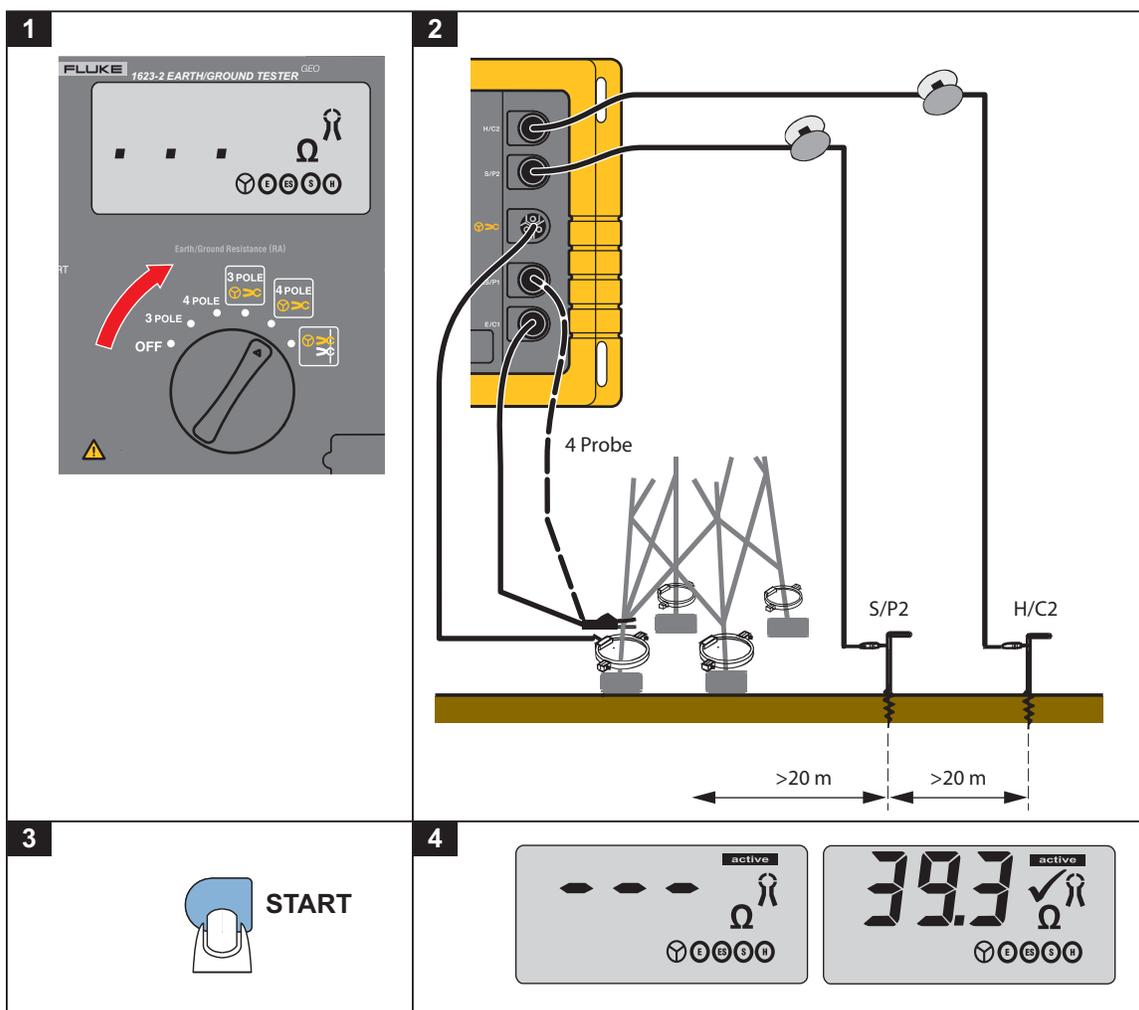
## Дополнительные функции

Прибор на основе современных технологий осуществляет измерение сопротивления земли для отдельно стоящей опоры линии высокого напряжения и сопротивления земли для расчета и конструирования систем заземления.

### Измерения на опорах высокого напряжения

При измерении сопротивления земли для отдельно стоящей опоры линии высокого напряжения, как правило, необходимо отсоединить (снять) проходящий сверху заземляющий провод или отделить систему заземления от опоры. В противном случае могут быть получены неправильные показания сопротивления электрода заземления опоры, так как параллельные цепи других опор соединены между собой контактным заземляющим проводом.

Применяющийся на приборе новый метод измерения — при помощи внешнего трансформатора тока, измеряющего фактическое значение силы тока, проходящего через электрод заземления — позволяет выполнять измерения сопротивления электрода заземления без отсоединения системы заземления или проходящего сверху заземляющего провода. См. рисунок 9.



edv016.eps

**Рисунке 9. Измерение сопротивления заземления без отсоединения проходящего сверху заземляющего провода**

Так как все четыре крепления опоры подсоединены к заземлению фундамента опоры, измеряемый ток  $I_{meas}$  разделяется на пять компонентов согласно существующему сопротивлению.

Одна часть тока проходит через конструкцию в контактный заземляющий провод, а затем параллельно сопротивлению заземления опоры.

Четыре других компонента тока ( $I_1... I_4$ ) проходят через крепления опоры линии электропередачи.

Суммирование всех величин тока создает ток  $I_E$ , проходящий через сопротивление заземления, например, через сопротивление «составного» вспомогательного электрода заземления на землю.

Если трансформаторы тока закреплены на каждой стойке линии электропередачи один за другим, будут измерены четыре значения сопротивления, которые будут обратно пропорциональны соответствующим компонентам тока  $I_1 ... I_4$ . Точку подачи измерительного тока необходимо оставить без изменений, чтобы избежать изменения распределения тока.

Таким образом, эквивалентное сопротивление отображается в следующем виде:

$$R_{Ei} = \frac{U_{meas}}{I_i}$$

Следовательно, сопротивление земли  $R_E$  опоры рассматривается как параллельная цепь отдельных эквивалентных значений сопротивления:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

1. Поверните центральный поворотный переключатель в положение « $\gg CR_E$  3-полюсное» или « $\gg CR_E$  4-полюсное». Устройство должно быть подключено при помощи проводов в соответствии с рисунком и указаниями на дисплее.
2. Закрепите трансформатор тока на мачте опоры.
3. Нажмите **START**.

Это приводит к запуску полностью автоматизированной последовательности проверки всех значимых параметров, таких как сопротивления вспомогательного электрода заземления, зонда и электрода заземления; после завершения проверки отображается результат  $R_E$ .

4. Считайте измеренное значение  $R_E$ .

*Примечание*

*Перед размещением электрода заземления - зонда и вспомогательного электрода заземления убедитесь, что зонд находится за пределами потенциальных градиентных зон электрода заземления и вспомогательного электрода заземления. Как правило, этого можно добиться, обеспечив расстояние между заземляющим проводником и электродами заземления >20 м друг от друга (то же расстояние должно быть между электродами заземления). Для проверки точности результатов служит повторное измерение после изменения положения вспомогательного электрода заземления или зонда. Если результат тот же, расстояние достаточное. Если результат измерения изменяется, необходимо перемещать зонд или вспомогательный электрод заземления до тех пор, пока измеренное значение  $R_E$  не станет постоянным.*

*Провода стержней не должны располагаться слишком близко друг к другу.*

5. Закрепите трансформатор тока на следующей мачте опоры.  
6. Повторите процесс измерения.

Текущую точку подачи измерительного тока (зажим типа «крокодил») и полярность трансформатора тока с разрезным сердечником не следует изменять.

После определения значений  $R_{Ei}$  всех мачт опоры производится вычисление фактического значения сопротивления земли  $R_E$ :

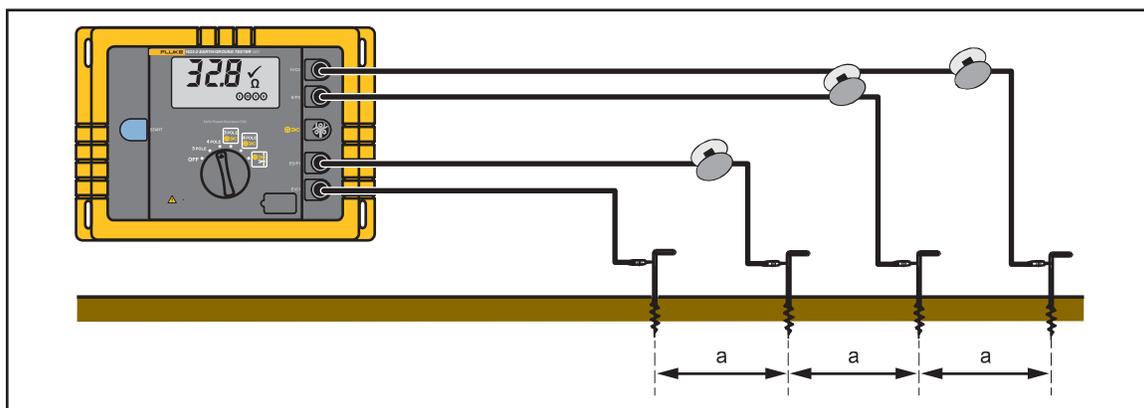
$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}}}$$

*Примечание*

*Если отображаемое значение  $R_E$  отрицательное, несмотря на правильное положение трансформатора тока, часть измерительного тока стекает через верх опоры. В силу этого возникает сопротивление земли, для правильного расчета которого необходимо указать в приведенном выше уравнении индивидуальные значения эквивалентного сопротивления (в соответствии с их полярностью).*

### Измерение удельного сопротивления земли

Сопротивление земли представляет собой геологическую и физическую величину, необходимую для расчета и конструирования систем заземления. В ходе процедуры измерения, показанной на рис. 10, используется метод, разработанный Веннером (Ф. Веннер, «Метод измерения сопротивления земли», Бюллетень Национального бюро стандартов, № 12 (4), выпуск 258, стр. 478-496; 1915/16).



Рисунке 10. Измерение удельного сопротивления земли

edv020.eps

1. Четыре электрода заземления одинаковой длины располагаются в земле на одной линии и на одинаковом расстоянии «а» друг от друга. Электроды заземления не следует погружать на глубину, превышающую максимальное значение  $1/3$  расстояния «а».

2. Поверните центральный поворотный переключатель в положение « $R_E$  4-полюсное».

Прибор должен быть подключен при помощи проводов в соответствии с рисунком и указаниями на дисплее.

3. Нажмите **START**.
4. Считайте измеренное значение  $R_E$ .

На основе указанного значения сопротивления  $R_E$  сопротивление земли рассчитывается при помощи уравнения:

$$\rho_E = 2\pi \cdot a \cdot R_E$$

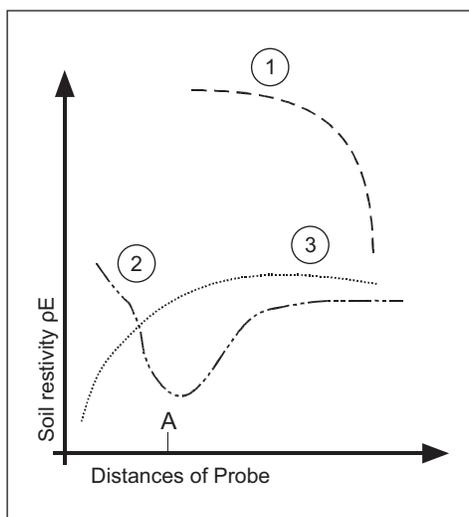
$\rho_E$  ..... обозначает сопротивление земли ( $\Omega\text{м}$ )

$R_E$  ..... измеренное сопротивление ( $\Omega$ )

$a$  ..... расстояние до зонда (м)

Метод измерения по Веннеру определяет сопротивление земли на глубину, приблизительно равную расстоянию «а» между двумя штырями заземления. Посредством увеличения «а» можно охватить более глубокие пласты и измерить их однородность. Изменив «а» несколько раз, можно измерить профиль и в соответствии с ним выбрать подходящий электрод заземления.

В зависимости от измеряемой глубины значение «а» может составлять от 2 до 30 м. Результатом процедуры измерения являются кривые, показанные на рисунке ниже.

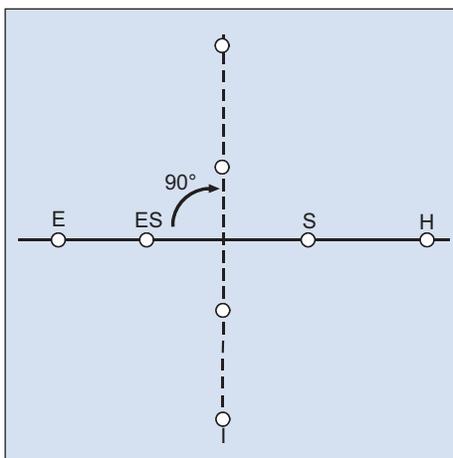


hve021.eps

Кривая 1: В случае уменьшения  $E$  рекомендуется использовать глубинные электроды заземления

Кривая 2: В случае уменьшения  $E$  до точки  $A$  увеличение глубины дальше точки  $A$  не приведет к повышению точности значений.

- Кривая 3: При увеличении глубины  $\rho_E$  не уменьшается: рекомендуется использовать электрод ленточного провода. В силу того, что результаты измерений часто искажаются, например, из-за находящихся под землей кусков металла и водоносных горизонтов, рекомендуется всегда проводить второе измерение, повернув ось электрода на  $90^\circ$  (см. график ниже).



edw022.eps

## Перенос сохраненных данных на ПК

Результаты всех измерений автоматически сохраняются в формате .csv. Таблица 5 представляет собой пример файла .csv.

Для переноса данных с прибора на ПК:

1. Подключите USB-кабель прибора к компьютеру.
2. При помощи программы Windows Explorer на компьютере найдите новый **EGT-привод** в списке устройств.
3. Найдите файл Data.csv на носителе EGT.
4. При помощи стандартных инструментов компьютера скопируйте файл в новое местоположение.

**Таблица 5. Образец файла .CSV, содержащего записанные данные**

Измерение	Временная метка	Режим измерения	Сопротивление заземления $R_E$	Состояние ошибки
1	15-е октября 2013 20:13:55	3-полюсное $R_E$	1,022 $\Omega$	Нет данных
2	15-е октября 2013 20:13:55	4-полюсное $R_E$	1,022 $\Omega$	Нет данных
3	15-е октября 2013 20:13:55	3-полюсное выборочное	1,022 $\Omega$	Нет данных
4	15-е октября 2013 20:13:55	4-полюсное $R_E$	Нет данных	Предел Rh

## Удаление сохраненных данных

Чтобы удалить сохраненные данные прибора:

1. Подключите USB-кабель прибора к компьютеру.
2. При помощи программы Windows Explorer на компьютере найдите новый **EGT-привод** в списке устройств.
3. Найдите файл Data.csv на носителе EGT.
4. При помощи стандартных инструментов компьютера удалите файл с носителя EGT или перенесите его в новое местоположение.

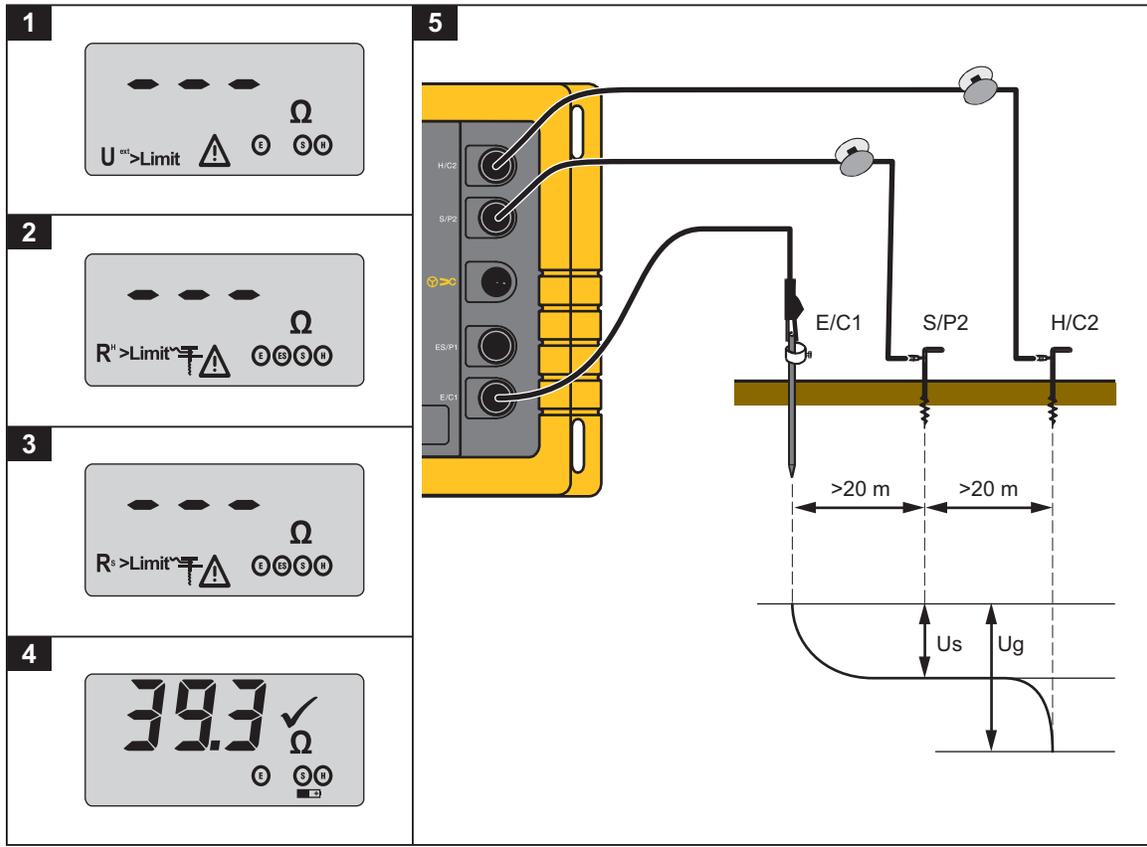
Данное действие приводит к удалению всех сохраненных данных из памяти прибора.

## Поиск и устранение неисправностей

Следуйте указаниям в таблице 6. Шаги 1-5 см. на рис. 11.

**Таблица 6. Поиск и устранение неисправностей**

Шаг	Описание
1.	<p><b>Наружное напряжение (Uext) слишком высокое</b></p> <p>Если воздействующее на устройство внешнее напряжение слишком высокое (это, как правило, вызвано утечкой тока в проверяемой системе), измерение не может быть начато (предельное значение Uext см. в разделе «Характеристики»).</p> <p><i><b>Подсказка:</b> Измените местоположение зонда (S/P2) и перезапустите измерение.</i></p>
2.	<p><b>Сопротивление вспомогательного электрода заземления (RH) слишком высокое</b></p> <p>Если сопротивление вспомогательного электрода заземления слишком высокое, невозможно создать ток необходимой силы для обеспечения точности измерения. Измерение блокируется (предельное значение Rh см. в разделе «Характеристики»).</p> <p><i><b>Подсказка:</b> Проверьте надежность подключения измерительного провода к клемме H/C2 и состояние вспомогательного электрода заземления.</i></p>
3.	<p><b>Сопротивление зонда (Rs) слишком высокое</b></p> <p>Если сопротивление зонда слишком высокое, результаты измерения могут быть неточны. Измерение блокируется (предельное значение Rs см. в разделе «Характеристики»).</p> <p><i><b>Подсказка:</b> Проверьте надежность подключения измерительного провода к клемме S/P2 и состояние зонда.</i></p>
4.	<p><b>Слабый заряд элементов питания</b></p> <p>Если заряд элементов питания слабый, подача напряжения во время проведения измерения может нарушиться. Если для завершения измерения энергии достаточно, отобразится символ «» — результаты измерения достоверны. В противном случае будет произведен сброс.</p> <p><i><b>Подсказка:</b> Замените элементы питания. Используйте 6 щелочных элементов питания типа AA (LR6).</i></p>
5.	<p><b>Достоверен ли результат измерения R<sub>A</sub>?</b></p> <p>В целях обеспечения точности измерения зонд S/P2 должен находиться за пределами потенциальных градиентных зон E/C1 и H/C2. Как правило, расстояние до зонда более 20 м является достаточным. Однако из-за определенных условий окружающей среды (различное сопротивление земли) это расстояние может быть недостаточным. Чтобы исключить случайность, измените положение зондов и проведите несколько измерений. Если показания примерно одинаковы, результаты измерений могут считаться достоверными. В противном случае увеличьте расстояние до зонда.</p>
6.	<p><b>Достоверен ли результат безэлектродного измерения сопротивления контура заземления?</b></p> <p>Убедитесь, что используете подходящие возбуждающие клещи (см. раздел «Принадлежности»).</p> <p>Параметры клещей согласованы с данным методом измерения. Клещи иного происхождения могут привести к неточности измерений.</p> <p>Убедитесь, что расстояние между токовыми клещами соответствует рекомендуемому. Если клещи расположены слишком близко друг к другу, магнитное поле возбуждающих клещей будет влиять на измеряющие клещи. Во избежание взаимовлияния дистанцию между клещами можно изменить и провести новое измерение. Если разница между показаниями незначительна или отсутствует, значение может считаться достоверным.</p>



edv008.eps

Рисунке 11. Поиск и устранение неисправностей

## Обслуживание

Если прибор эксплуатируется надлежащим образом, обслуживание не требуется. Для очистки прибора используйте только влажную ткань, смоченную мыльной водой, слабый раствор моющего средства или спиртовой раствор. Избегайте использования агрессивных чистящих средств и растворителей, например трихлорэтилена или хлортена.

Обслуживание может осуществляться только обученным квалифицированным персоналом.

При проведении ремонтных работ необходимо следить за тем, чтобы изменение конструктивных параметров прибора не оказывало негативного влияния на безопасность эксплуатации, оригинальные детали заменялись соответствующими запасными и были установлены надлежащим образом (как на момент приобретения).

### **⚠⚠ Предупреждение**

**Следуйте данным инструкциям во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травмирования:**

- **Используйте только соответствующие сменные детали.**
- **Ремонт прибора следует доверять только авторизованным специалистам.**
- **Перед использованием прибора необходимо закрыть и зафиксировать крышку отсека для элементов питания.**
- **Если загорелся индикатор низкого заряда элементов питания, необходимо их заменить. Это позволит избежать ошибок в измерениях.**
- **Элементы питания содержат опасные химические вещества, которые могут привести к ожогам. При попадании химических веществ на кожу промойте ее водой и обратитесь за медицинской помощью.**
- **Отключите входные сигналы перед очисткой прибора.**

### **⚠ Предупреждение**

**Следуйте данным инструкциям для безопасного использования и технического обслуживания прибора:**

- **В случае протекания элементов питания необходимо отремонтировать прибор перед использованием.**
- **Чтобы избежать протекания элементов питания, убедитесь, что полярность элементов питания соблюдена.**

## Калибровка

Рекомендуется проводить калибровку раз в год.

## Обслуживание

Если у вас есть основания считать, что прибор работает некорректно, обратитесь к данному руководству, чтобы убедиться, что вы надлежащим образом применяете измеритель. Если прибор по-прежнему работает некорректно, надежно упакуйте его (по возможности используйте оригинальную упаковку) и отправьте в ближайший сервисный центр Fluke, оплатив почтовые расходы. Приведите краткое описание возникшей проблемы. Компания Fluke HE несет ответственности за повреждение при пересылке.

Сведения о местонахождении авторизованного сервисного центра см. на сайте [www.fluke.com](http://www.fluke.com).

## Технические характеристики

Температурные диапазоны	
Диапазон рабочих температур:	от 0 °С до +35 °С (от +32 °F до +95 °F)
Диапазон температур хранения:	от -20 °С до +60 °С (от -4 °F до +140 °F)
Температурный коэффициент:	±0,1 % от показаний прибора/°С (ниже 18 °С и выше 28 °С)
Рабочая влажность:	относительная влажность <95 % без конденсации
Рабочая высота над уровнем моря:	2000 м
Климатический класс:	C1 (IEC 654-1), от -5 °С до +45 °С, от 5 % до 95 % отн. влажн.
Класс защиты	
Корпус:	IP 56
Крышка отсека элементов питания:	IP 40
Электромагнитная совместимость:	Удовлетворяет требованиям IEC61326-1: Портативные
Безопасность:	Удовлетворяет требованиям IEC 61010-1: Без категории, степень загрязнения 2
Внешнее напряжение:	$U_{ext}$ , макс. = 24 В (пост. ток, перемен. ток < 400 Гц), для более высоких значений измерение затруднено
Подавление шума:	>120 дБ (162/3, 50, 60, 400 Гц)
Время измерения:	6 секунд стандартно
Максимальная перегрузка:	250 В среднеквадратичное значение (имеет отношение к неправильному обращению)
Элементы питания:	6 x 1,5 В, AA LR6 щелочные
Ресурс элементов питания:	>3000 измерений стандартно
Габариты:	240 x 180 x 110 мм (9,5 x 7,1 x 4,4 дюйма)
Масса (с элементами питания):	1,49 кг (3,28 фунта)
Память:	Встроенная память емкостью до 1500 измерений доступна через USB-порт

### RA 3-полюсное и 4-полюсное измерение сопротивления заземления

Разрешение	Диапазон измерения	Погрешность	Операционная погрешность
0,001 ... 10 Ω	от 0,020 Ω до 19,99 кΩ	±(2 % от показаний прибора + 3 знака)	±(5 % от показаний прибора + 3 знака)

#### Примечание

Для 2-полюсных измерений подключите клеммы H и S к соединительному кабелю, который входит в комплект.

Принцип выполнения измерений: Измерение силы тока и напряжения

Напряжение измерения:	$U_m = 48$ В переменного тока
Ток короткого замыкания:	$>50$ мА переменного тока
Частота измерения:	128 Гц
Сопротивление зонда ( $R_S$ ):	макс. 100 к $\Omega$
Сопротивление вспомогательного электрода заземления ( $R_H$ ):	макс. 100 к $\Omega$
Дополнительная ошибка от $R_H$ и $R_S$ :	$R_H[\text{к}\Omega] \cdot R_S[\text{к}\Omega]/R_a[\Omega] \cdot 0,2 \%$

*RA 3-полюсное и 4-полюсное выборочное измерение сопротивления заземления при помощи токоизмерительных клещей (RA )*

Разрешение	Диапазон измерения	Погрешность	Операционная погрешность
от 0,001 до 10 $\Omega$	от 0,020 $\Omega$ до 19,99 к $\Omega$	$\pm(7 \%$ от показаний прибора + 3 знака)	$\pm(10 \%$ от показаний прибора + 5 знаков)

Принцип выполнения измерений: Измерение силы тока/напряжения (с помощью внешних токоизмерительных клещей)

Напряжение измерения:	$U_m = 48$ В переменного тока
Ток короткого замыкания:	$>50$ мА переменного тока
Частота измерения:	128 Гц
Сопротивление зонда ( $R_S$ ):	макс. 100 к $\Omega$
Сопротивление вспомогательного электрода заземления ( $R_H$ ):	макс. 100 к $\Omega$

*Безэлектродное измерение сопротивления контура заземления ()*

Разрешение	Диапазон измерения	Погрешность	Операционная погрешность
от 0,001 до 0,1 $\Omega$	от 0,020 $\Omega$ до 199,9 $\Omega$	$\pm(7 \%$ от показаний прибора + 3 единицы младшего разряда)	$\pm(10 \%$ от показаний прибора + 5 единиц младшего разряда)

Принцип измерения: Безэлектродное измерение сопротивления в замкнутых контурах при помощи двух токоизмерительных клещей

Напряжение измерения:	$U_m = 48$ В переменного тока (основной)
Частота измерения:	128 Гц
Шумовой ток ( $I_{EXT}$ ):	макс. $I_{ext} = 10$ А (перем. тока) ( $R_a < 20 \Omega$ )
	макс. $I_{ext} = 2$ А (перем. тока) ( $R_a > 20 \Omega$ )

Данные относительно безэлектродного измерения сопротивления контура заземления можно считать достоверными, только если измерения осуществлялись рекомендуемыми токоизмерительными клещами на минимальном заданном расстоянии.