

1625-2

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

ООО «Флюк СИАЙЭС»
125167, г. Москва,
Ленинградский проспект
дом 37, кор. 9
Тел: +7 495 664 75 12
Факс: +7 495 664 75 13
e-mail: info@fluke.ru

11/99

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

Содержание

Название	Страница
Введение.....	1
Как связаться с Fluke	2
Указания по технике безопасности.....	3
При хранении.....	4
Модели и принадлежности.....	5
Дополнительные принадлежности	6
Функции и особенности.....	7
Дисплей.....	9
Настройка.....	13
Аккумуляторы.....	13
Описание функций.....	15
Работа	16
Дополнительные функции.....	16
Функции включения питания.....	16
Меню настроек.....	17
Режим измерений.....	19
Проверка надлежащего подключения для (выделение разъема) измерения	19
Помехи — измерение напряжения и частоты.....	19
Измерение сопротивления заземления.....	20
3-/4-полюсное измерение сопротивления заземления	21
Измерение сопротивления отдельного электрода заземления в распределенных системах заземления, используя выборочный метод с использованием клещей	23
3-/4-полюсное измерение сопротивления отдельного электрода заземления.....	24
Измерение сопротивления опор линий высокого напряжения	26
Корректировка погрешностей клещей- трансформатора	29
Компенсация сопротивления соединительного провода электрода заземления.....	31
Измерение удельного сопротивления земли.....	32
Измерение сопротивления.....	34
Измерение сопротивления (R_{\sim}).....	34
Измерение сопротивления (R_{∞}).....	35
Компенсация при измерении сопротивления проводов	36
Изменение всех настроек данных с помощью индивидуального КОДА	37

Экспортирование на ПК данных, хранящихся в памяти прибора.....	39
Удаление сохраненных данных.....	40
Обслуживание.....	41
Калибровка.....	41
Обслуживание.....	41
Технические характеристики.....	42

Список таблиц

Таблица	Название	Страница
1.	Обозначения	4
2.	Модели и принадлежности	5
3.	Функции	8
4.	Элементы дисплея	9
5.	Описания дисплея	10
6.	Параметры меню настроек	18
7.	Настройки данных	37
8.	Пример файла .CSV и зарегистрированных в нем данных	39
9.	Вычисление операционной погрешности	43

Список рисунков

Рисунок	Название	Страница
1.	Внешний трансформатор тока EI-162BN.....	6
2.	Вставка элементов питания.....	14
3.	Способ измерения сопротивления заземления	20
4.	3-/4-полюсное измерение сопротивления заземления — выполнение	21
5.	Измерение сопротивления отдельного электрода заземления в распределенных системах заземления.....	23
6.	3-/4-полюсное измерение сопротивления отдельного электрода заземления.....	24
7.	Сопротивление заземления без отключения контактного заземляющего провода.....	26
8.	Корректировка погрешностей клещей-трансформатора	29
9.	Подключение клещей-трансформатора	30
10.	Компенсация сопротивления соединительного провода электрода заземления.....	31
11.	Измерение удельного сопротивления земли.....	32
12.	Измерение сопротивления (R_{\sim})	34
13.	Измерение сопротивления ($R_{\text{---}}$)	35
14.	Компенсация при измерении сопротивления проводов	36

Введение

Измеритель сопротивления заземления 1625-2 (далее «Измеритель» или «Прибор») представляет собой компактный, стойкий к полевым условиям прибор, служащий для выполнения четырех типов измерения сопротивления заземления. В частности, с помощью данного прибора можно измерять сопротивление контура заземления с использованием только клещей. Такой метод измерений называется безэлектродным. Данный способ не требует использования заземляющих электродов или отсоединение заземляющих стержней.

Характеристики прибора:

- Измерение нажатием одной кнопки
- 3-полюсное и 4-полюсное измерение сопротивления заземления
- 4-полюсное тестирование удельного сопротивления земли
- Выборочное измерение, без отсоединения провода заземления (1 клещи)
- Безэлектродное тестирование, быстрое измерение контура заземления (2 клещей)
- Частота измерения 94, 105, 111, 128 Гц

Прибор имеет следующие дополнительные функции:

- Автоматическая регулировка частоты (AFC) — определяет существующие помехи и подбирает частоту измерения (94, 105, 111, 128 Гц) для снижения их воздействия, обеспечивая точное значение сопротивления заземления.
- Режим R* — предназначен для расчета полного сопротивления заземления на частоте 55 Гц, чтобы определить величину сопротивления при коротком замыкании на землю.
- Регулируемые пределы — для быстрой проверки результатов тестирования.

В местах, где требуется использование, распределение и потребление электроэнергии, для защиты человеческой жизни необходимо соблюдать меры безопасности. В большинстве случаев, эти меры безопасности определяются государственными и международными нормативами, и требуют проведения регулярной проверки. Заземление, подключение открытых проводящих частей к земле в случае сбоя, является самой фундаментальной мерой безопасности. Существуют требования для заземления трансформаторов, опор ЛЭП высокого и среднего напряжения, железнодорожных путей, резервуаров, бочек, фундаментов и систем молниезащиты.

Эффективность систем заземления следует проверять с помощью измерителя сопротивления заземления, например прибора 1625-2, который служит для проверки эффективности подключения к заземлению. Прибор 1625-2 представляет собой идеальное решение, сочетающее все последние технологии в одном компактном и устойчивом к работе в полевых условиях приборе. Помимо выполнения стандартных 3-полюсных и 4-полюсных измерений сопротивления заземления с помощью данного инновационного прибора можно с высокой точностью измерять сопротивление отдельного электрода заземления в одной или смешанной системе заземления без отключения параллельных электродов. Одной из особенных возможностей данного прибора является быстрое и точное измерение заземления опор ЛЭП. Измеритель 1625-2 оснащен функцией автоматической регулировки частоты (AFC) для минимизации помех. Перед выполнением измерения прибор определяет существующую помеху и выбирает частоту измерения для минимизации уровня воздействия помехи.

Примечания

- *В данном руководстве термины «земля» и «заземление» используются взаимозаменяемо.*
- *Для выполнения безэлектродного измерения сопротивления заземления требуется приобрести набор клещей для измерений в режимах «выборочный/безэлектродный». (В комплект измерителя 1625-2 входит данный набор клещей.)*
- *Принцип селективных измерений описан в основном разделе данного руководства.*

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

Или посетите веб-сайт Fluke в Интернете: www.fluke.com.

Зайдите на сайт 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>.

Указания 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 тестируемого оборудования.








⚠⚠ Предупреждение

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

- **Перед использованием прибора ознакомьтесь с указаниями по технике 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 имеет повреждения.**
- **Не используйте измерительные провода, если они повреждены. Осмотрите измерительные провода на предмет повреждения изоляции, наличия оголенных участков и при появлении индикатора износа. Проверяйте 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 прикоснуться. 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 данном руководстве.

Таблица1. Символы1

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/ЕС). Данная метка указывает, что данный 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.

При хранении

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

Модели и принадлежности

Стандартные принадлежности, поставляемые вместе с прибором:

- 6 щелочных элементов питания типа AA (LR6)
- 2 измерительных провода 1,5 м
- 1 соединительный кабель (для RA 2-полюсных измерений)
- 2 зажима типа «крокодил»
- 1 компакт-диск с документацией и руководство пользователя
- Краткий справочник
- Указания по технике безопасности

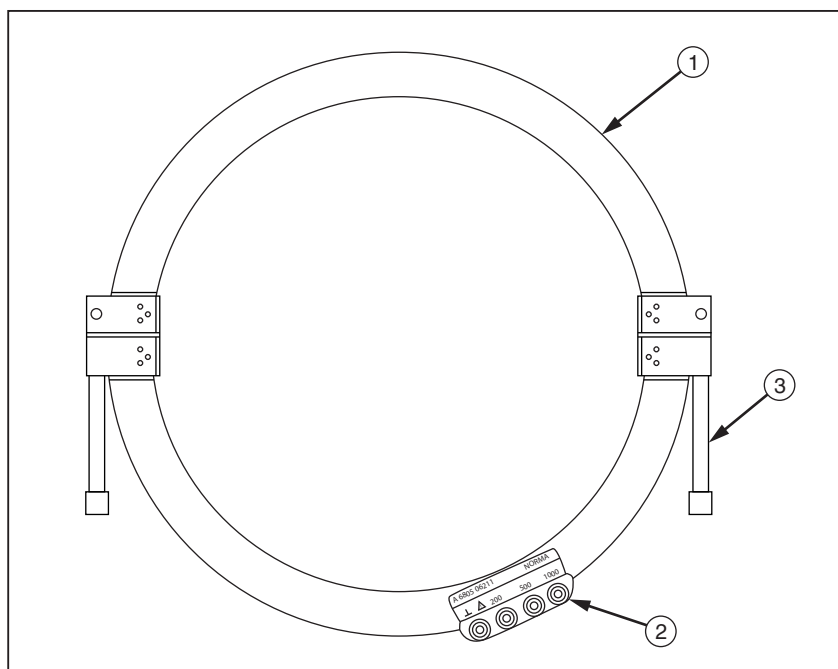
В таблице 2 представлен список моделей и принадлежностей.

Таблица 2. Модели и принадлежности2

Описание	Номер детали
Измеритель заземления 1625-2 (в комплект поставки входит: руководство пользователя, указания по технике безопасности, QRG, кабель зонда Geox, 2 зажима, набор проводов)	4325162
Набор принадлежностей для измерителя заземления 1625-2 (в комплект поставки входит: руководство пользователя, указания по технике безопасности, QRG, кабель зонда Geox, 2 зажима, набор проводов, 4 заземляющих электрода, 3 катушки с кабелем, чехол для переноски C1620, EI-162X, EI-162AC)	4325181
Комплект для сервисной замены 162х-7001(в комплект поставки входит набор проводов и два зажима)	2577167
Заземляющий электрод	4325492
Набор электродов ES-162P3-2 для 3-полюсных измерений (в комплект поставки входит: 3 заземляющих электрода, 1 катушка с кабелем 25 м синяя, 1 катушка с кабелем 50 м красная)	4359377
Набор электродов ES-162P4-2 для 4-полюсных измерений (в комплект поставки входит: 4 заземляющих электрода, 1 катушка с кабелем 25 м синяя, 1 кабельная катушка 25 м зеленая, 1 кабельная катушка 50 м красная)	4359389
Набор клещей для измерений в режимах «выборочный/безэлектродный» EI-1623 для 1623-2/1625-2(в комплект поставки входит: 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 проверки опор (320 мм)	2577159
Экранированный кабель (используется с клещами EI-162X)	2630254
Катушка с кабелем, 25 м, синий провод	4343731
Катушка с кабелем, 25 м, зеленый провод	4343746
Катушка с кабелем, 50 м, красный провод	4343754
Футляр для переноски C1620	4359042

Дополнительные принадлежности

Внешний трансформатор тока доступен по дополнительному заказу. См. рис. 1. Коэффициент преобразования трансформатора находится в диапазоне от 80 до 1200:1 для измерения отдельного отвода в распределенных системах заземления. Таким образом, можно проводить измерения на опорах высокого напряжения без отключения надземных проводов заземления или подземных в нижней части опор. Коэффициент преобразования используется также для измерения систем защиты от удара молний без отключения отдельных проводов молниезащиты.




evx01.eps

Рис. 1. Внешний трансформатор тока EI-162BN1

- ① Половина трансформатора (2)
Конечные грани трансформатора имеют болты, которые закрепляются и способствуют разделению половин трансформатора. Одна конечная грань трансформатора имеет отверстие для болта, позволяющее извлекать болт из конечной грани.
- ② Подключения с коэффициентом преобразования: 1, 200, 500 и 1000
- ③ Замок (2)

Функции и особенности

Измеритель сопротивления заземления 1625-2 (далее «Прибор») предназначен для измерения сопротивления заземления и отличается полностью автоматизированным процессом выбора частоты измерения. Среди функций прибора можно выделить автоматическое измерение сопротивлений зонда и вспомогательного электрода заземления, а также измерение напряжения возможных помех в соответствии с DIN IEC61557-5/EN61557-5:

- Измерение напряжения помех (U_{ST})
- Измерение частоты помех (F_{ST})
- Измерение сопротивления зонда (R_S)
- Измерение сопротивления вспомогательного электрода заземления (R_H)
- 3-полюсное и 4-полюсное измерение сопротивления заземления (R_E) с или без использования внешних клещей-трансформатора тока для селективного измерения отдельного проводника заземления в распределенной системе заземления 
- 2-полюсное измерение сопротивления с напряжением перемен. тока (R_{\sim})
- 2-полюсное и 4-полюсное измерение сопротивления с напряжением пост. тока ($R_{\text{---}}$)

Данный прибор предоставляет различные возможности измерения и полностью автоматизированное управление процессом измерений (в том числе функцию автоматической регулировки частоты, AFC). Прибор предоставляет также инновационную технологию измерения в области измерений сопротивления заземления. Данный прибор является полностью программируемым для использования в качестве простого измерителя или инновационного полностью автоматизированного измерительного прибора. Это достигается за счет возможности ввода и выбора пределов и аудиовизуального подтверждения/сообщения об ошибке, а также за счет программируемого кода и таких специальных пользовательских функций, как напряжение измерения 20 В (для сельскохозяйственных систем), R^* сопротивления заземления (частота измерения составляет 55 Гц) в состоянии вкл. или выкл.

Среди функций прибора можно выделить автоматическое измерение сопротивлений зонда и вспомогательного электрода заземления, а также измерение напряжения возможных помех.

Список функций см. в таблице 3.

Предупреждение


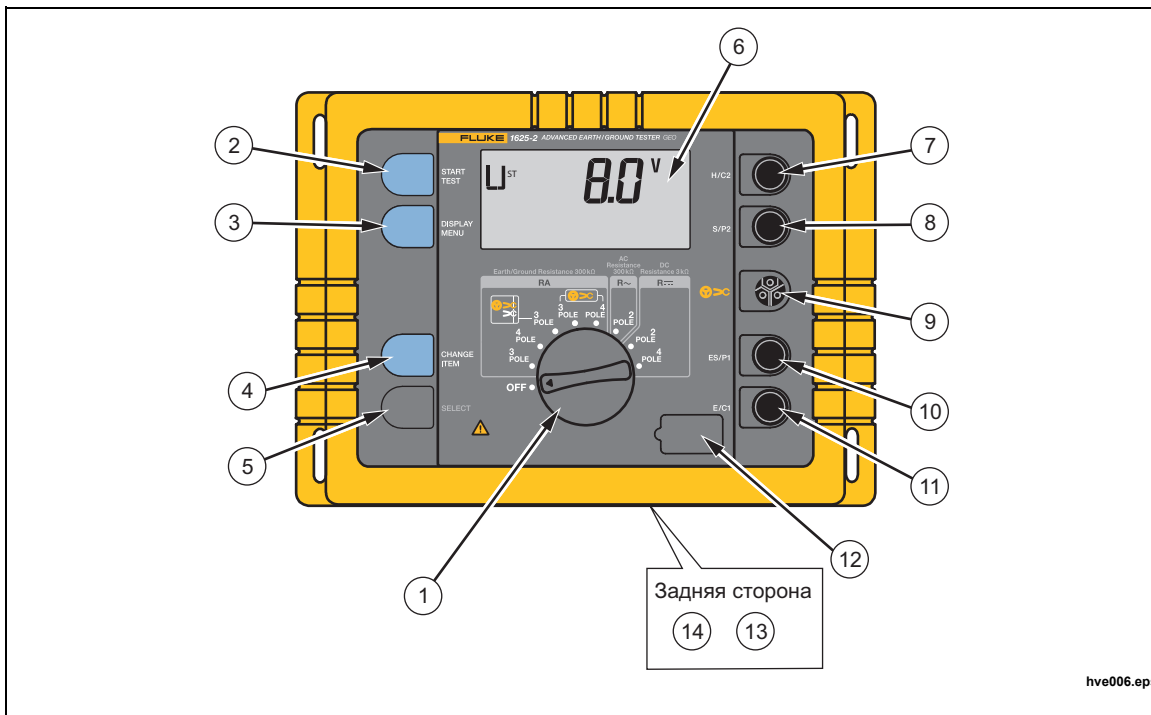

- Для розеток недопустимо воздействие напряжения .
- Не открывайте и не закрывайте прибор с применением силы.
- Перед вскрытием корпуса прибора отсоедините все провода.

Таблица 3. Функции



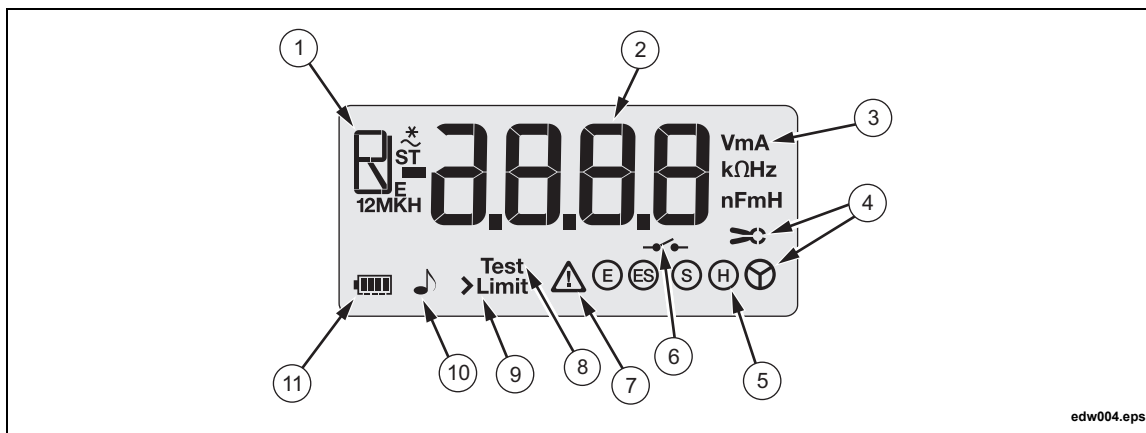
hve006.eps

Нет.	Описание
①	Поворотный переключатель для выбора функций измерения и включения и выключения прибора
②	Кнопка START TEST (НАЧАТЬ ИЗМЕРЕНИЕ) служит для запуска выбранной функции измерения
③	Кнопка DISPLAY MENU (МЕНЮ ДИСПЛЕЯ) служит для выбора параметров или отображения данных измерения
④	Кнопка CHANGE ITEM (ИЗМЕНИТЬ ПАРАМЕТР) служит для изменения значения выбранного параметра
⑤	Кнопка SELECT (ВЫБРАТЬ) служит для подтверждения значения параметра
⑥	Жидкокристаллический дисплей (LCD)
⑦	Разъем H/C2 для подключения вспомогательного электрода заземления (4 мм Ø)
⑧	Разъем S/P2 для подключения зонда (4 мм Ø)
⑨	Разъем  служит для подключения клещей для измерения тока
⑩	Разъем ES/P1 для подключения зонда электрода заземления (4 мм Ø)
⑪	Разъем E/C1 для подключения измеряемого электрода заземления (4 мм Ø)
⑫	USB-порт типа B
⑬	Отсек для 6 щелочных элементов питания (тип AA, LR6)
⑭	Винты для закрепления крышки отсека для элементов питания

Дисплей

Дисплей представляет собой 4-значный (2999-разрядный), 7-сегментный ЖК-дисплей (таблица 4).

Таблица 4. Элементы дисплея4



edw004.eps

Поз.	Описание	
①	Тип измерений	
	U _{ST}	Напряжение помех (переменный + постоянный ток)
	F _{ST}	Частота напряжения помех
	F _M	Частота измерения напряжения
	U _M	Предел измерения напряжения 20/48 В
	R _E	Сопротивление заземления
	R _H	Сопротивление вспомогательного электрода заземления
	R _S	Сопротивление зонда
	R _K	Сопротивление компенсации
	R ₁ , R ₂	Измерение низкого напряжения с индикацией полярности
	R _~	Сопротивление перем. току
	R [*]	Сопротивление заземления (частота измерения 55 Гц)
②	Измерение	
③	Единица измерения: В, Ω, кΩ, Гц	
Кнопка символа		
④	Распознавание розетки трансформатора тока	
⑤	Распознавание розетки	
⑥	Цепь измерения (E-S,E-H), прерванное или измеренное нестабильное значение	
⑦	Ошибка	
⑧	Выполняется процесс измерений	
⑨	Предельное значение/превышено предельное значение	
⑩	Предупреждение о превышении предела	
⑪	Индикатор уровня заряда источника питания	

В таблице 5 показано, что отображается на дисплее во время работы с прибором.

Таблица 5. Описания дисплея5

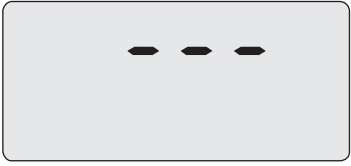



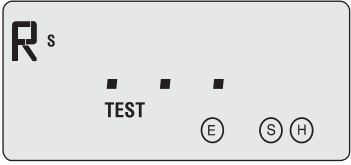
Функция	Дисплей	Состояние	Примечание
Перед НАЧАЛОМ		Переход в режим ожидания для сокращения потребления энергии	Поверните поворотный переключатель или нажмите кнопку. Все измеренные значения сохраняются.
		Неверное подключение измерительных проводов или подключение отсутствует	Все функции измерения заблокированы, кроме измерения напряжения.
		Включена звуковая сигнализация	При превышении предела подается звуковой предупреждающий сигнал.
		Опасное напряжение перем. тока >50 В	Все функции измерения заблокированы, кроме измерения напряжения.
После "START"		Измеряется сопротивление зонда	Ожидайте результата.

Таблица 5. Описание дисплея (прод.)

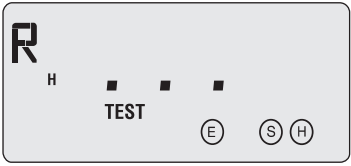
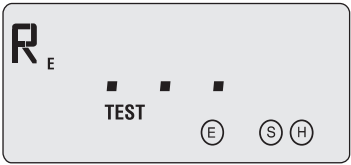
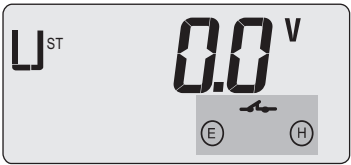

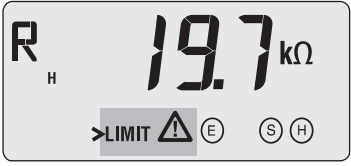
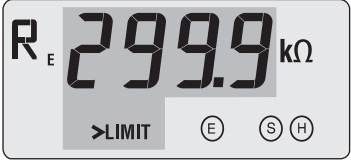
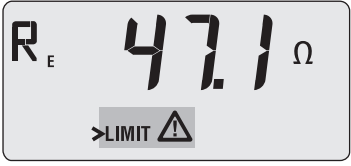
Функция	Дисплей	Состояние	Примечание
		Вспом. электрод тока. Измеряется уровень сопротивления.	Ожидайте результата.
		Измеряется сопротивление заземления.	Ожидайте результата.
		Цепи измерения электрода заземления и вспомогательного электрода заземления отключены.	Проверьте на наличие повреждений измерительные провода электродов заземления.
		Цепи измерения электрода заземления и зонда отключены.	Проверьте на наличие повреждений измерительные провода электродов заземления.
		Достигнуто максимально допустимое количество ошибок в результате слишком высокого сопротивления измерительного или вспомогательного штырей заземления.	Увлажните почву или подключите 2-й вспомогательный электрод заземления параллельно.
После "START"		Превышен диапазон измерения.	Измеряемое значение превышает 300 кΩ.
		Отображение измеряемого значение превышает ПРЕДЕЛ.	Измеряемое значение выше установленного ПРЕДЕЛА.

Таблица 5. Описание дисплея (прод.)

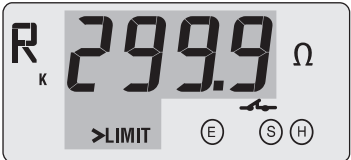



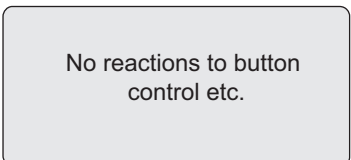

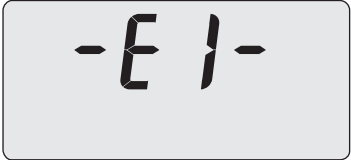
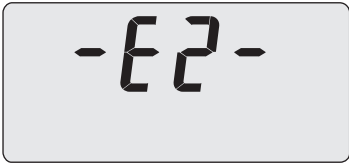
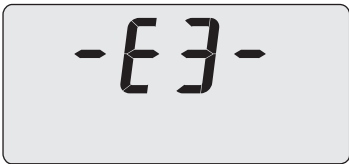
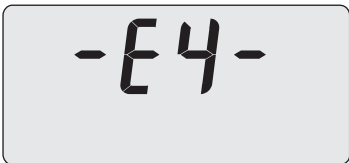
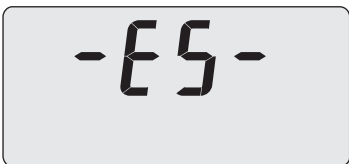
Функция	Дисплей	Состояние	Примечание
	 edw042.eps	Компенсация превышает измеряемое значение.	Выключите компенсацию или выключите и включите прибор.
	 edw043.eps	На разъемах E и ES неверная полярность.	Измените полярность.
	 edw044.eps	Нестабильное измеряемое значение.	Нестабильное напряжение шума. Выполните измерение усредненного по времени значения.
	 edw045.eps	Слишком низкий уровень тока во внешнем трансформаторе.	Уменьшите сопротивления вспомогательного электрода тока.
	 edw046.eps	Работа в неисправном состоянии.	Проверьте элементы питания. Если не удалось устранить неисправность, отключите прибор и обратитесь в службу поддержки.
После "START"	 edw047.eps	Обратная ориентация клещей для измерения тока или ток в обратном направлении.	Переверните клещи.
	 edw048.eps	Неверная контрольная сумма EE PROM.	

Таблица 5. Описание дисплея (прод.)

Функция	Дисплей	Состояние	Примечание
	 <p>edw049.eps</p>	Неисправность программного оборудования (например, перегрузка по току).	Если не удалось устранить неисправность, отключите прибор. Данный символ может отображаться при выполнении безэлектродного измерения в цепях низкого сопротивления.
	 <p>edw050.eps</p>	Неисправность доступа к памяти EE PROM.	Обратитесь в службу поддержки.
	 <p>edw051.eps</p>	Неисправность внутренней системы расчета.	
	 <p>edw052.eps</p>	Перегрев.	Охладите.

⚠ мигает на дисплее

Настройка

Аккумуляторы

Примечание

Можно использовать перезаряжаемые аккумуляторы. Чтобы зарядить их, требуется извлечь из прибора. Количество измерений, доступных для выполнения при использовании данных аккумуляторов обычно отличается от количества измерений с использованием щелочных элементов питания.

Данный прибор оснащен шестью элементами питания 1,5 В IEC LR6 типа AA. Если на индикаторе светится 1 и 0 решеток, выполните замену или зарядку аккумуляторов.

Для замены элементов питания:

1. Отключите 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.

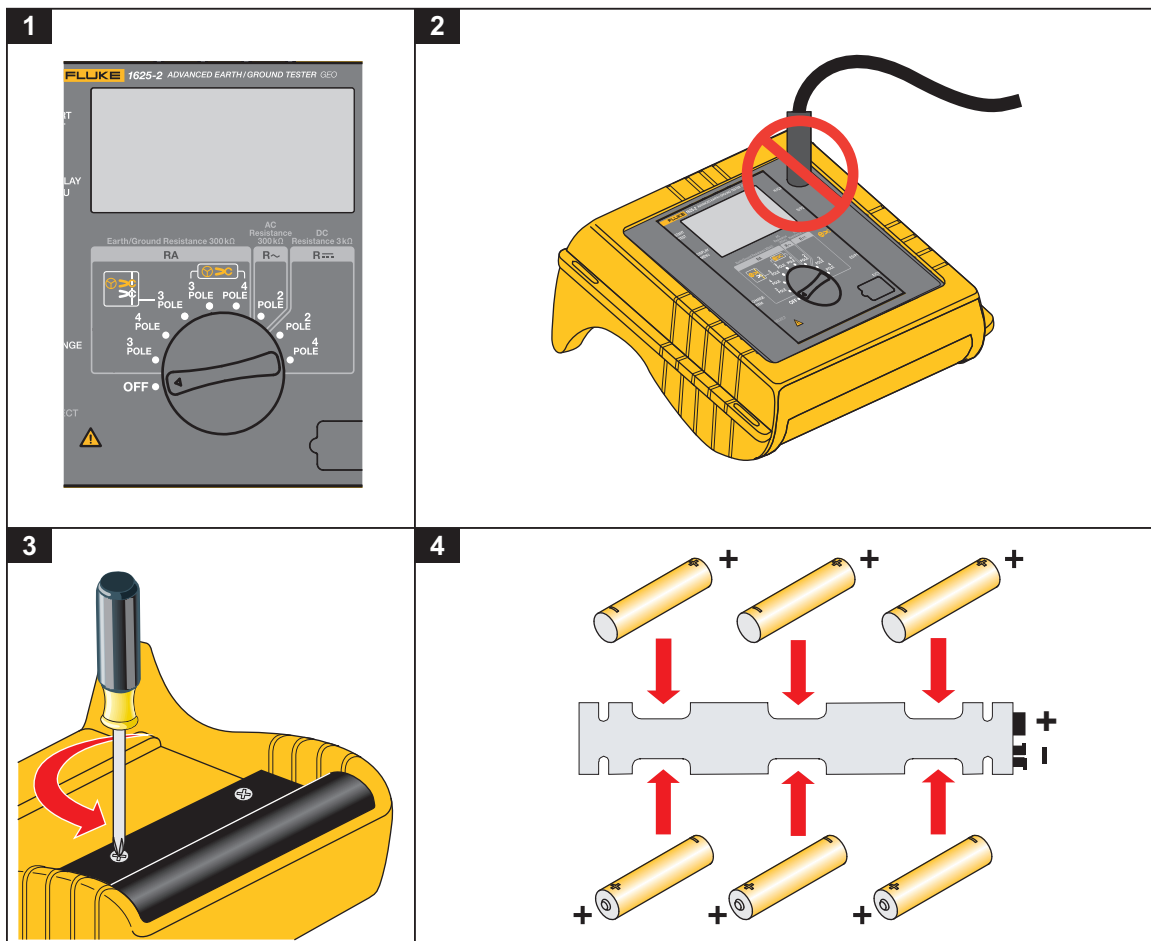


Рис. 2. Вставка элементов питания2

edw070.eps

⚠⚠ Предупреждение

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

- 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 прибора:

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

Описание функций

Функции выбираются с помощью центрального поворотного переключателя. С помощью четырех кнопок можно запускать измерения, считывать дополнительные измеренные значения и выбирать специальные функции. См. дополнительную информацию в таблице 6.

Измеренные значения отображаются на ЖК-дисплее вместе с единицами измерений. Дополнительные специальные символы указывают на режим измерения, условия эксплуатации и сообщения об ошибках.

Прибор оснащен следующими функциями измерения:

- **Напряжение помех (U_{ST})** Двухполупериодное выпрямление для пост. и перем. тока В случае превышения предельных значений процесс измерения не запускается.
- **Частота помех (F_{ST})** Для напряжения помех >1 В частота рассчитывается на основе длительности периода.
- **Сопротивление заземления (R_E)** Сопротивление заземления определяется 3-полюсным или 4-полюсным измерением тока и измерением напряжения. Измерительное напряжение представляет собой прямоугольные импульсы переменного тока с напряжением 48/20 В и частотой 94, 105, 111 или 128 Гц. Частота доступна для выбора вручную или автоматически (AFC). 55 Гц в функции R*.
- **Селективное измерение заземления ($R_E \supset \infty$)** Измерение одного электрода заземления в распределенной (параллельной) системе заземления. Ток, проходящий через один электрод заземления, измеряется с помощью внешнего трансформатора тока.
- **Сопротивление (R_{\sim})** Сопротивление определяется путем измерения тока по 2-полюсной схеме и измерением напряжения. Измерительное напряжение представляет собой прямоугольные импульсы переменного тока с напряжением 48/20 В и частотой 94, 105, 111 или 128 Гц. Частоту можно выбрать вручную или использовать автоматический выбор (AFC).
- **Низкое сопротивление (R_{∞})** Сопротивление определяется переменным током и измерением напряжения. Доступны 2-полюсное и 4-полюсное измерения. Значение тока короткого замыкания составляет > 200 мА. Измеряется и сохраняется значение сопротивления для двух направлений тока.
- **Проверка правильного подключения для измерения** Прибор позволяет проверить правильность подключения измерительного провода в соответствии с выбранной функцией через изолированные контакты из двух частей, внутри которых находится входная розетка 4 мм (штекер) в сочетании с цепями обнаружения. О неверном или отсутствующем подключении сообщается с помощью оптического и звукового сигналов.
- **Звуковой сигнал** Встроенный звуковой сигнал имеет две функции:
 - Отправка сообщений в случае превышения предельных значений.
 - Определение опасных условий или работы при неисправности.
- **Индикатор уровня заряда источника питания** Уровневый 4-сегментный индикатор отображает состояние источника питания.

Работа

Предупреждение

Во избежание поражения электрическим током, возгорания или получения травмы используйте прибор только в системах, на которые не подано напряжение.

1. С помощью центрального поворотного переключателя выберите функцию измерения.
2. Подключите к устройству измерительные провода.
3. Запустите процесс измерения, нажав кнопку START TEST (НАЧАТЬ ИЗМЕРЕНИЕ).
4. Выполните считывание измеренного значения.

Дополнительные функции

Функции включения питания

При включении питания прибора с помощью центрального поворотного переключателя можно получить доступ к определенным условиям эксплуатации при нажатии определенных сочетаний кнопок:

а) Стандартный режим

При введении устройства в эксплуатацию без дальнейшего кнопочного управления прибор переключается в состояние экономии заряда источника питания (дисплей в режиме ожидания «---») приблизительно через 50 секунд после завершения измерения или после нажатия кнопки или вращения поворотного переключателя. При нажатии кнопки DISPLAY MENU (МЕНЮ ДИСПЛЕЯ) осуществляется повторная активация устройства. Возможно повторное считывание прежних измеряемых значений. По истечении 50 мин режима ожидания дисплей полностью отключается. Чтобы повторно активировать прибор, необходимо выключить и включить прибор с помощью поворотного переключателя.

б) Отключение режима ожидания

При включенном питании устройства и одновременном нажатии кнопок DISPLAY MENU (МЕНЮ ДИСПЛЕЯ) и CHANGE ITEM (ИЗМЕНИТЬ ПАРАМЕТР) можно избежать автоматического отключения прибора (режим ожидания). Чтобы повторно активировать режим экономии заряда источника питания, необходимо выбрать ВКЛ./ВЫКЛ. в помощь поворотного переключателя.

с) Длительная проверка дисплея

При нажатии и удерживании кнопки DISPLAY MENU (МЕНЮ ДИСПЛЕЯ) при включенном питании можно продлить срок проверки дисплея на любой промежуток времени. Чтобы вернуться в обычный режим работы, нажмите любую кнопку или поверните центральный поворотный переключатель.

d) Номер версии программного обеспечения

При нажатии и удерживании кнопки SELECT (ВЫБРАТЬ) при включенном питании на дисплее отображается версия программного обеспечения. Чтобы перейти к последней дате калибровки, нажмите кнопку DISPLAY MENU (МЕНЮ ДИСПЛЕЯ). Чтобы завершить последовательность дисплея, поверните центральный поворотный переключатель или нажмите кнопку START TEST (НАЧАТЬ ИЗМЕРЕНИЕ).

Форма отображения: Версия ПО: X. X X

Измерительные функции имеют два начальных режима эксплуатации: меню настроек и режим измерений.

Меню настроек

После поворота переключателя прибор включается в режиме отображения напряжения. Нажмите DISPLAY MENU (МЕНЮ ДИСПЛЕЯ), чтобы войти в меню настроек. Значения параметров отображаются в соответствии с выбранной функцией измерения. Они изменяются в меню настроек. С помощью кнопки DISPLAY MENU (МЕНЮ ДИСПЛЕЯ) выполняется переключение между различными установленными значениями по замкнутому циклу. С помощью кнопки SELECT (ВЫБРАТЬ) можно выбрать параметр для изменения. При нажатии кнопки CHANGE ITEM (ИЗМЕНИТЬ ПАРАМЕТР) устройство переключается между определенными установленными значениями или выбранное десятичное значение увеличивается на 1 при нажатии SELECT (ВЫБРАТЬ).

После завершения установки параметров можно вызвать дисплей с помощью DISPLAY MENU (МЕНЮ ДИСПЛЕЯ) или запустить измерением с помощью START TEST (НАЧАТЬ ИЗМЕРЕНИЕ).

Параметры отображаются и изменяются в зависимости от выбранной функции. См. таблицу 6.

Таблица 6. Параметры меню настроек6

Функция	Параметр	Диапазон значений	Примечания
RE 3-полюсный	U ST		только отображение
	F ST		только отображение
	FM	(AFC/94/105/111/128) Гц	
и	UM	48 В/20 В	выбирается до 20 В с помощью КОДА
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	только в 3-полюсном положении RE ^[1]
RE 4-полюсный	ПРЕДЕЛ RE	0,000 Ω ... 999 кΩ	только при активации с помощью КОДА
	♪(предупредительный звуковой сигнал)	Вкл./Выкл.	активируется с помощью КОДА
RE	R ^[1]	Вкл./Выкл.	только при активации с помощью КОДА
	U ST		только отображение
и	F ST		только отображение
	UM	48 В/20 В	выбирается до 20 В с помощью КОДА
RE 4-полюсный	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	только в 3-полюсном положении RE ^[1]
	I (коэффициент)	80 ... 1200	только отображение
	ПРЕДЕЛ RE	0,000 Ω ... 999 кΩ	только при активации с помощью КОДА
	♪ (предупреждающий звуковой сигнал)	Вкл./Выкл.	только если ПРЕДЕЛ RE активирован с помощью КОДА
	R*	Вкл./Выкл.	только при активации с помощью КОДА
R~	U ST		только отображение
	F ST		только отображение
	FM	(AFC/94/105/111/128) Гц	
	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	
	R ~ LIMIT	0,000 Ω ... 999 кΩ	только при активации с помощью КОДА
	♪ (предупреждающий звуковой сигнал)	Вкл./Выкл.	только при активации R ~ LIMIT с помощью КОДА
R... 2-полюсное	U ST		только отображение
	F ST		только отображение
и 4-полюсное	RK	0,000 Ω ... 29,99 Ω	
	R LIMIT	0,000 Ω ... 9,99 кΩ	только при активации с помощью КОДА
	♪ (предупреждающий звуковой сигнал)	Вкл./Выкл.	только при активации R LIMIT с помощью КОДА

[1] См. Компенсация сопротивления соединительного провода электрода заземления.

Режим измерений

Войти в данный режим можно, нажав кнопку START TEST (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ). После нажатия кнопки START TEST (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ) последнее измеренное значение будет отображаться на дисплее. При нажатии кнопки DISPLAY MENU (ЭКРАННОЕ МЕНЮ) несколько раз можно вызвать все дополнительные значения. Если измеренное значение превышает или падает ниже заданного предела, значение предела может также отображаться (при нажатии кнопки DISPLAY MENU (ЭКРАННОЕ МЕНЮ)). В данном случае измеренное значение отображается с мигающим символом LIMIT (ОГРАНИЧЕНИЕ), тогда как значение ограничения отображается с неподвижным символом LIMIT (ОГРАНИЧЕНИЕ).







В режиме измерений параметры изменить нельзя.

Дополнительные функциональные возможности кнопок:

Предупреждающий звуковой сигнал (🔊) можно отменить с помощью кнопок DISPLAY MENU (ЭКРАННОЕ МЕНЮ) (с переключением экрана), CHANGE ITEM (ИЗМЕНИТЬ ПАРАМЕТР) или SELECT (ВЫБРАТЬ) (без переключения экрана).

Проверка надлежащего подключения для (выделение разъема) измерения

Прибор выполняет автоматическую проверку, в соответствии с выбранным методом измерения, чтобы определить, используются ли правильные входные разъемы.

Символы на экране     и   связаны с определенным разъемом, как показано на рисунке 4.

По способу отображения символов можно определить, правильно ли подключены провода:

- разъем подключен неправильно (или не подключен): мигает соответствующий символ.
- разъем подключен правильно: соответствующий символ постоянно горит
- Разъем не подключен: соответствующий символ выключен

Помехи — измерение напряжения и частоты

Данная функция измерения определяет возможное напряжения помех, а также частоты. Эта функция автоматически включается в любом положении переключателя перед заземлением или измерением сопротивления. Если заданное значение предела превышено, напряжение помех определяется, как слишком высокое, и измерение автоматически отменяется. Частота напряжения помех измеряется, только если уровень данного напряжения помех выше 1 В.

Установите центральный поворотный переключатель в необходимое положение, выполните считывание измеренного значения напряжения помех. Измеренное значение частот помех будет отображаться с помощью кнопки DISPLAY (ОТОБРАЗИТЬ).

Измерение сопротивления заземления

Данный прибор оснащен функцией 3-полюсного и 4-полюсного измерения сопротивления, благодаря которой можно выполнить измерение сопротивления заземления, а также измерение удельного сопротивления земли геологических пластов. Частичное описание использования прибора в различных областях применения представлено далее в руководстве пользователя. В качестве специальной функции прибор обеспечивает измерение с помощью внешнего трансформатора тока, благодаря которому можно выполнить измерение сопротивления отдельных проводников в распределенных сетях (защита от удара молнии и опоры линий высокого напряжения с кабелем) без отключения частей системы. См. рисунок 3.

Для обеспечения более подходящего подавления помех во время измерения прибор имеет четыре частоты измерения (94 Гц, 105 Гц, 111 Гц, 128 Гц), с возможностью автоматического переключения (при необходимости) (AFC — Автоматическая регулировка частоты). Соответствующая частота измерения, используемая для определенного измерения, устанавливается с помощью DISPLAY MENU (ЭКРАННОЕ МЕНЮ) после измерения. Также можно выбрать одну из четырех частот измерения и установить для использования постоянно для особых случаев. В этом случае, чтобы стабилизировать отображение, необходимо выполнить измерение среднего значения длительностью до 1 минуты, удерживая кнопку START TEST (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).

Чтобы определить сопротивление заземления (R^*), необходимо выполнить измерение с частотой, близкой к промышленной частоте (55 Гц). При активации R^* с помощью кода пользователя данная частота измерения устанавливается автоматически.

Чтобы управление прибором было как можно более простым на момент поставки, все специальные функции, такие как, ввод ОГРАНИЧЕНИЯ, программирование УСТРОЙСТВА ЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ, а так же измерение сопротивления заземления не активируются при поставке. Данные функции могут быть активированы с помощью индивидуального кода пользователя (см. *Как изменить все настройки данных с помощью индивидуального КОДА*).

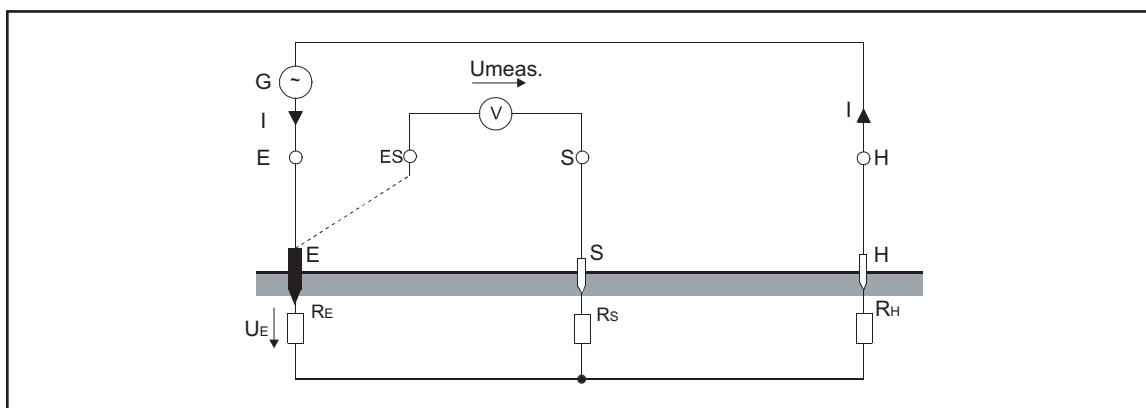


Рис. 3. Способ измерения сопротивления заземления3

edw011.eps

3-/4-полюсное измерение сопротивления заземления

С помощью данной функции измерения можно измерить сопротивление заземления и рассеяния на землю отдельных электродов заземления, электродов заземления фундамента опоры и других систем заземления, используя два штыря заземления. См. рисунок 4.

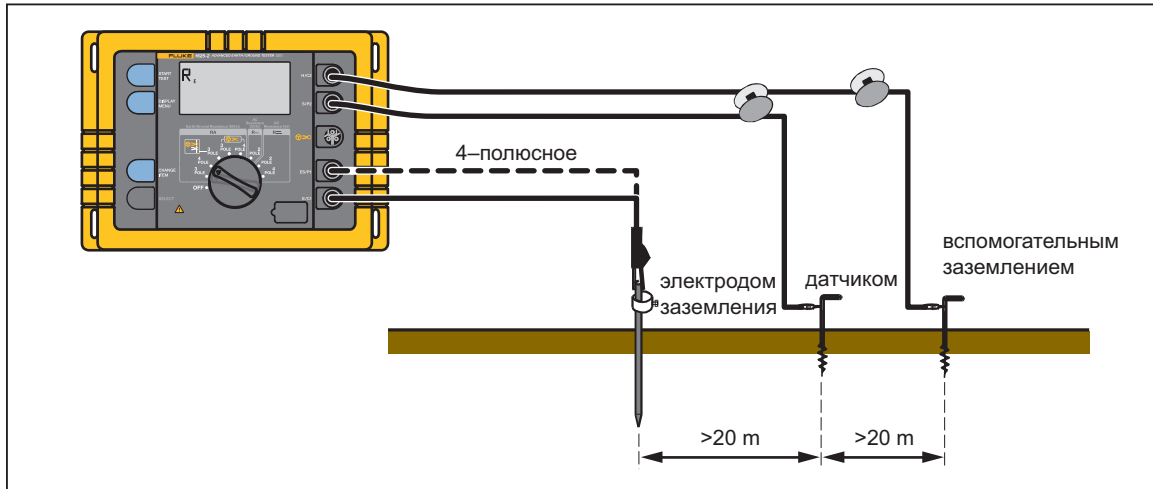


Рис. 4. 3-/4-полюсное измерение сопротивления заземления — выполнение 4

1. Установите центральный поворотный переключатель в положение « R_E 3pole» или « R_E 4pole»

Прибор следует подключить в соответствии с рисунком и указаниями, которые отображаются на экране.

Мигание символов розеток (E) (S) (H) или \times указывает на неверное или неполное подсоединение измерительного провода.

2. Нажмите кнопку START TEST (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).

Затем выполняется цикл автоматического тестирования всех соответствующих параметров, например, сопротивление вспомогательного электрода заземления и зонда, а также электрода заземления. По завершении цикла отображается результат R_E .

3. Выполните считывание измеренного значения R_E .
4. Вызовите R_S и R_H с помощью DISPLAY MENU (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).

Указания по установке электродов заземления:

Перед установкой электродов заземления для зонда и вспомогательного электрода заземления убедитесь, что зонд установлен за пределами области напряженности электрического поля электрода заземления и вспомогательного электрода заземления. Чтобы достигнуть такого положения, необходимо обеспечить расстояние >20 м между электродом заземления и штырями заземления, а также между каждым из штырей заземления.

Определение точности результатов выполняется с помощью другого измерения после перемещения вспомогательного электрода заземления или зонда. Если значение не изменяется, расстояние является подходящим. При изменении измеренного значения необходимо перемещать зонд или вспомогательный электрод заземления, пока измеренное значение R_E не будет постоянным.

Провода электродов не должны находится слишком близко друг к другу.

3-полюсное измерение с помощью длинных соединительных проводов электрода заземления

Используйте вспомогательные кабельные барабаны в качестве соединительного провода электрода заземления. Полностью размотайте кабель и компенсируйте сопротивление линии, как описано в разделе *Компенсация соединительного провода электрода заземления*.

Измерение усредненного по времени значения:

Если после цикла тестирования отображается предупреждение MEASURED VALUE UNSTABLE (НЕСТАБИЛЬНОЕ ИЗМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ) (см. таблицу 5), наиболее вероятной причиной этого являются сильные помехи, например, нестабильное напряжение шумов. Однако, чтобы получить надежные значения, прибор предоставляет возможность усреднения за длительный период времени.

1. Выберите фиксированную частоту (см. *Меню настроек*).
2. Удерживайте кнопку START TEST (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ) нажатой, пока не исчезнет предупреждение Measured value unstable (Нестабильное измеренное значение). Максимальное время усреднения составляет приблизительно 1 минуту.

Измерение сопротивления отдельного электрода заземления в распределенных системах заземления, используя выборочный метод с использованием клещей

Данный метод используется для измерения отдельных электродов заземления в постоянно подключенных или распределенных системах (например, система защиты от удара молнии с несколькими электродами или опоры линий высокого напряжения с заземленным кабелем). При измерении фактического тока, проходящего через электрод заземления, этот специальный метод измерения позволяет измерять выборочно только данное конкретное сопротивление при помощи клещей-трансформатора (принадлежность). См. рисунок 5. Другие параллельные сопротивления не учитываются, таким образом, результаты измерения не искажаются.

Поэтому больше не требуется отсоединять электрод заземления перед измерением.

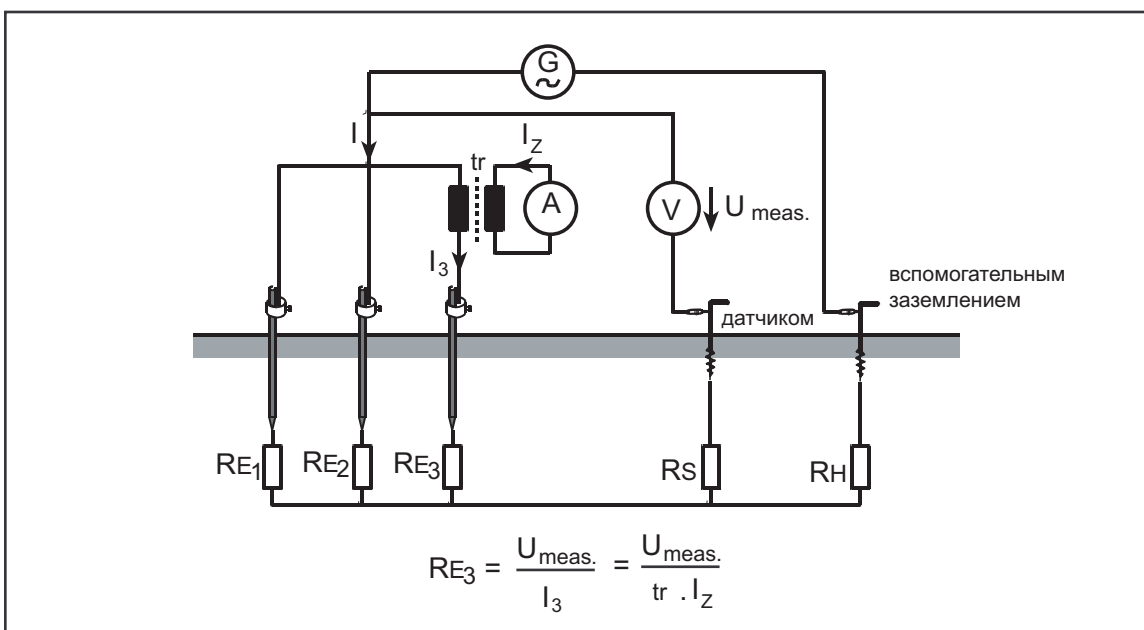


Рис. 5. Измерение сопротивления отдельного электрода заземления в распределенных системах заземления

hve014.eps

Погрешности трансформатора тока можно исправить, как описано в *Корректировка погрешностей клещей- трансформатора.*

3-/4-полюсное измерение сопротивления отдельного электрода заземления

Установите центральный поворотный переключатель в положение « ∞ RE 3pole» или « ∞ RE 4pole». Прибор следует подключить в соответствии с приведенным рисунком 6 и сообщениями, которые отображаются на экране.

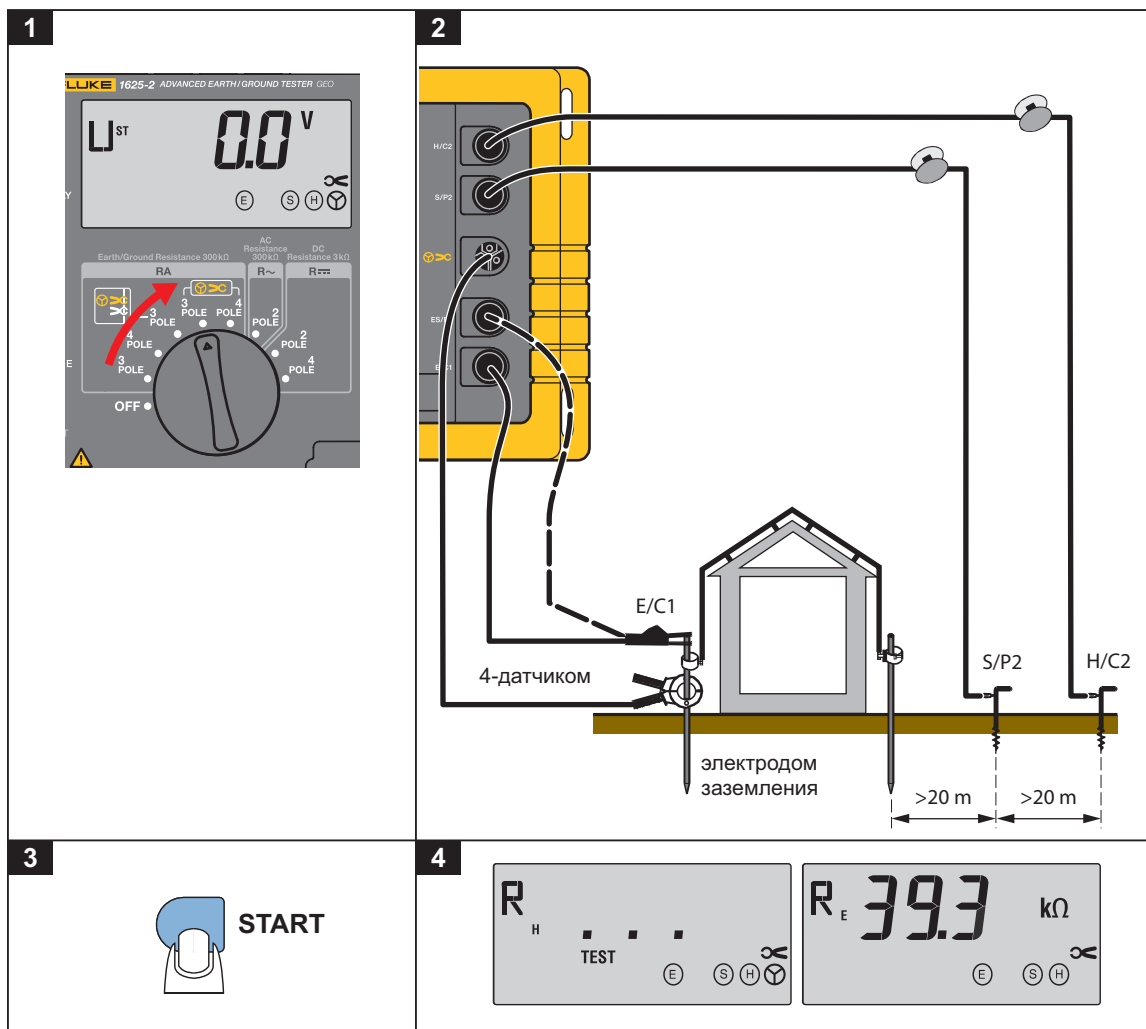


Рис. 6. 3-/4-полюсное измерение сопротивления отдельного электрода заземления hve015.eps

Мигание символов розеток (E) (S) (H) или ∞ указывает на неверное или неполное подсоединение измерительного провода.

Зафиксируйте клещи-трансформатор вокруг электрода заземления, на котором будут проводиться измерения.

Убедитесь, что коэффициент трансформации, установленный на приборе, соответствует коэффициенту, установленному на клещах-трансформаторе. При необходимости измените параметры (см. *Как изменить все настройки данных с помощью индивидуального кода*).

Примечание

Коэффициент, установленный по умолчанию, подходит для измерительных клещей E1162X.

Нажмите кнопку START TEST (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).

Затем выполняется цикл автоматического тестирования всех соответствующих параметров, например, сопротивление вспомогательного электрода заземления и зонда, а также электрода заземления. По завершении цикла отображается результат R_E .

1. Выполните считывание измеренного значения R_E .
2. Вызовите R_S и R_H с помощью DISPLAY MENU (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).

Указания по установке электродов заземления

Перед установкой электродов заземления для зонда и вспомогательного электрода заземления убедитесь, что зонд установлен за пределами напряженности электрического поля электрода заземления и вспомогательного электрода заземления. Чтобы достигнуть такого положения, необходимо обеспечить расстояние >20 м между проводником заземления и электродами заземления, а также между каждым из электродов заземления. Определение точности результатов выполняется с помощью другого измерения после перемещения вспомогательного электрода заземления или зонда. Если значение не изменяется, расстояние является подходящим. При изменении измеренного значения необходимо перемещать зонд или вспомогательный электрод заземления, пока измеренное значение R_E не будет постоянным.

Провода электродов не должны находиться слишком близко друг к другу.

3-полюсное измерение с помощью длинных соединительных проводов электрода заземления

1. Используйте вспомогательные кабельные барабаны в качестве соединительного провода электрода заземления.
2. Полностью размотайте кабель и компенсируйте сопротивление линии, как описано в разделе «Компенсация соединительного провода электрода заземления».

Измерение усредненного по времени значения

Если после цикла тестирования отображается предупреждение MEASURED VALUE UNSTABLE (НЕСТАБИЛЬНОЕ ИЗМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ) (см. таблицу 5), наиболее вероятной причиной этого являются сильные помехи, например, нестабильное напряжение шумов). Чтобы получить надежные значения, прибор предоставляет возможность усреднения за длительный период времени.

1. Выберите фиксированную частоту (см. *Меню настроек*).
2. Удерживайте кнопку START TEST (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ) нажатой, пока не исчезнет предупреждение MEASURED VALUE UNSTABLE (НЕСТАБИЛЬНОЕ ИЗМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ). Максимальное время усреднения составляет приблизительно 1 минуту.

Измерение сопротивления опор линий высокого напряжения

Измерение сопротивления заземления без отключения контактного заземляющего провода, используя выборочный метод с использованием клещей

Для измерения сопротивления заземления одной опоры линий высокого напряжения обычно требуется отключение контактного заземляющего провода (снятие) или отключение системы заземления от конструкции 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.

Новый метод измерения, используемый данным прибором — с его внешним трансформатором тока для измерения фактического тока, проходящего через электрод заземления — позволяет выполнять измерение сопротивления электрода заземления без отсоединения системы заземления или разъединения контактного заземляющего провода. См. рисунок 7.

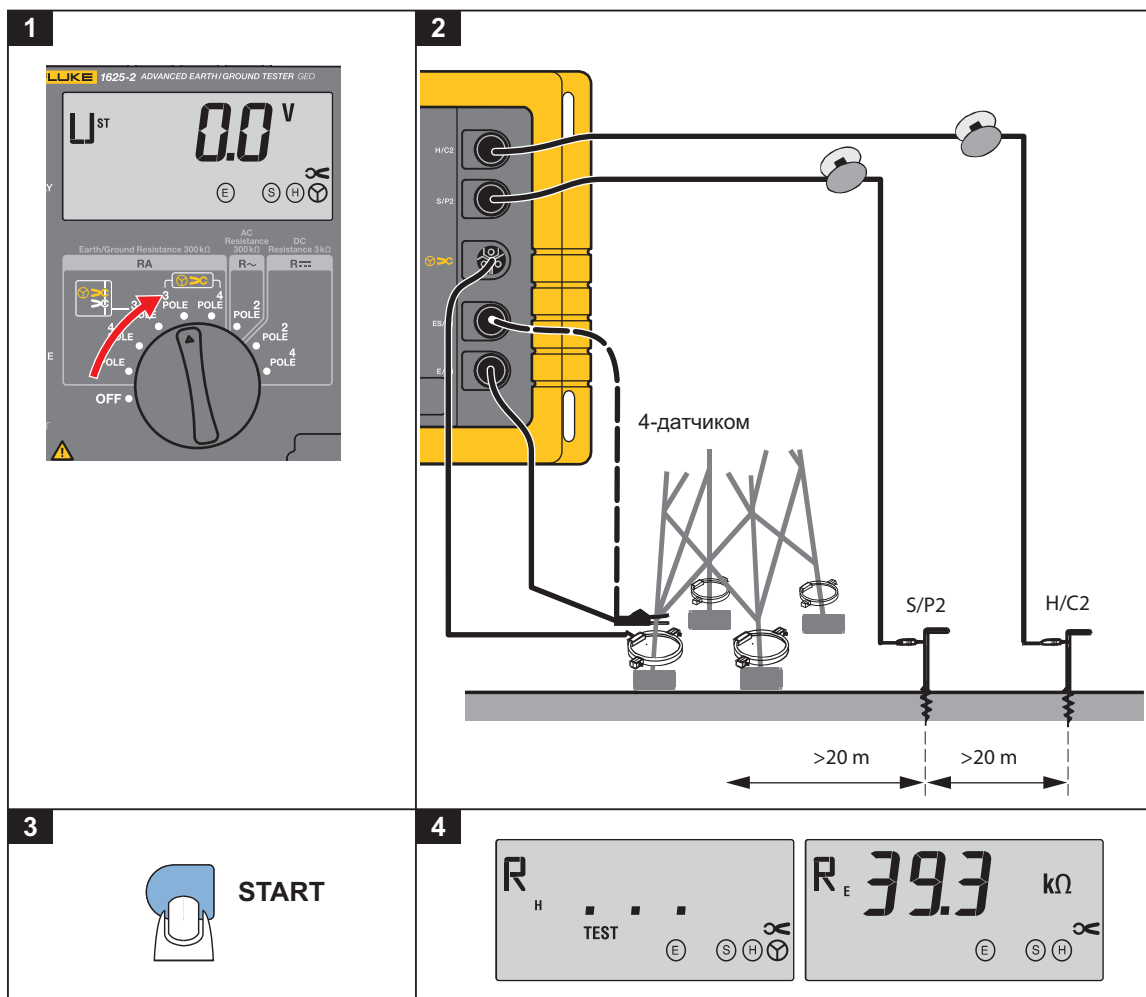


Рис. 7. Сопротивление заземления без отключения контактного заземляющего провода

hve016.eps

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

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

Следующие четыре компоненты тока ($I_1... I_4$) проходят через каждое крепление опоры линии электропередачи.

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



Если трансформаторы тока закреплены на каждом креплении опоры 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.






Исходя из этого, три равных по значению сопротивления отображаются следующим образом:

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

По этой причине сопротивление заземления R_E линии электропередачи определяется как параллельная цепь отдельных равных по значению сопротивлений:

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

1. Переведите центральный поворотный переключатель в положение «CR_E 3-полюсный» или «CR_E 4-полюсный». Прибор необходимо подключить в соответствии с рисунком 7 и сообщениями на экране.

Мигание символов розеток    или   указывает на неверное или неполное подсоединение измерительного провода.

2. Установите трансформатор тока на креплении опоры. Убедитесь, что коэффициент трансформации, установленный на приборе, соответствует коэффициенту используемого трансформатора тока. Измените настройки, если необходимо (см раздел «Изменение всех настроек данных с помощью индивидуального КОДА»).

3. Нажмите кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).

После этого будет выполнена полностью автоматизированная последовательность проверки всех соответствующих параметров, таких как сопротивление вспомогательного электрода заземления, сопротивление зонда и электрода заземления. После проверки на экране отобразится результат R_E .

4. Выполните считывание измеренного значения R_E .
5. Значение R_S и R_H отобразится на экране при нажатии кнопки «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).

Указания по установке электродов заземления:

Перед установкой электродов заземления для зонда и вспомогательных электродов заземления убедитесь, что зонд установлен за пределами напряженности электрического поля электрода заземления и вспомогательного электрода заземления. Чтобы достигнуть такого положения, необходимо обеспечить расстояние >20 м между проводником заземления и электродами заземления, а также между каждым из э заземления. Проверка точности результатов производится с помощью дополнительных измерений после перемещения вспомогательного электрода заземления или зонда. Если значение совпадает, расстояние достаточное. Если измеренное значение изменилось, необходимо перемещать зонд или вспомогательный электрод заземления, пока измеренное значение R_E не станет постоянным. Провода к электродам заземления не должны располагаться слишком близко.

1. Подсоедините трансформатор тока к следующему креплению опоры.
2. Повторите процесс измерений.

Текущую точку подачи измерительного тока (зажим типа «крокодил») и полярность трансформатора тока с разрезным сердечником необходимо оставить без изменений.

После того, как значения R_{E1} для каждой линии опоры электропередачи определены, можно рассчитать значение действительного сопротивления заземления R_E по следующей формуле:

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

Примечание

Если отображаемое значение R_E отрицательное, несмотря на правильное положение трансформатора тока, часть измеряемого тока стекает через верх опоры. Сопротивление заземления вычисляется верно, если отдельные равные по значению сопротивления (при соблюдении их полярности) помещены в уравнение, приведенное выше.

Измерение усредненного по времени значения:

Если по завершении тестирования на экране отобразилось предупреждающее сообщение «ИЗМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕСТАБИЛЬНО» (см. таблицу 5), скорее всего, это связано с сильными помехами, например, когда величина напряжения помех является неустойчивой.

Для получения надежных значений прибор позволяет выполнять измерения с усреднением за более длительный период:

1. Выберите фиксированную частоту (см. *Меню настроек*).
2. Удерживайте кнопку START TEST (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ) нажатой, пока не исчезнет предупреждение MEASURED VALUE UNSTABLE (НЕСТАБИЛЬНОЕ ИЗМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ). Максимальное время усреднения составляет приблизительно 1 минуту.

Измерение полного сопротивления заземления при частоте 55 Гц (R^*)

Для расчета величины токов короткого замыкания в аппаратах обеспечения питания важно знать величину совокупного полного сопротивления заземления. Прямое измерение возможно при следующих условиях:

Фазовый угол при 50 Гц: $30^\circ \dots 60^\circ$ индуктивный

Сопротивление вспомогательного электрода заземления (в омах): $>100 \cdot Z_E$

Процесс измерения:

Измерение значения сопротивления заземления (R^*) возможно только при запуске измерения с помощью ввода индивидуального кода пользователя (см. раздел «Изменение настроек данных с помощью индивидуального кода»). Если запущена функция измерения, при каждом измерении в четырех положениях R_E сопротивление заземления R^* отображается перед всеми остальными измеренными значениями.

Корректировка погрешностей клещей-трансформатора

При измерении сопротивления заземления с помощью клещей-трансформатора может возникнуть значительное расхождение со значением, полученным без клещей-трансформатора. Это происходит из-за погрешности клещей-трансформатора. Погрешность можно откорректировать с помощью точной подстройки коэффициента трансформации клещей-трансформатора (начальная настройка 1000:1). Эта корректировка распространяется на диапазон тока трансформатора, при котором она была произведена. Для других диапазонов может понадобиться дополнительная корректировка.

1. Подключите низкоомный резистор (приблизительно 1 Ом — в диапазоне, который необходимо скорректировать), как показано на рисунке 8.

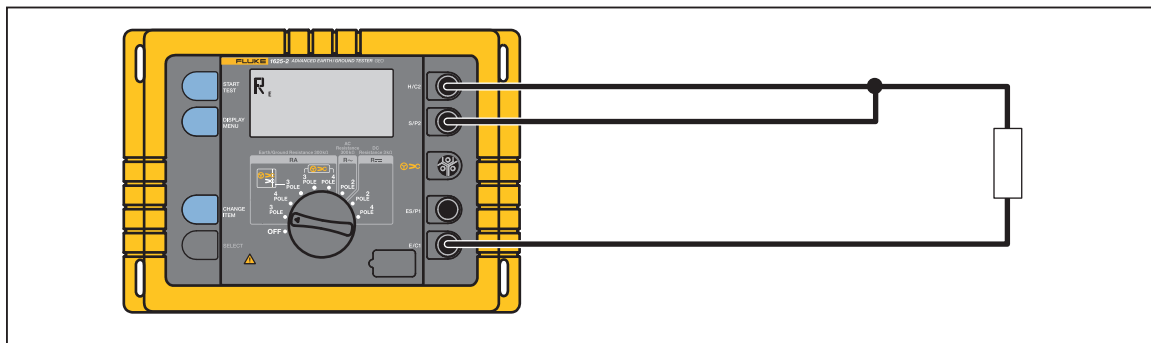


Рис. 8. Корректировка погрешностей клещей-трансформатора

edw017.eps

2. Переведите центральный поворотный переключатель в положение «**R_E 3-полюсный**».

3. Нажмите кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ) и запомните результат вычисления значения R_E .
4. Подключите клещи-трансформатор. См. рисунок 9.

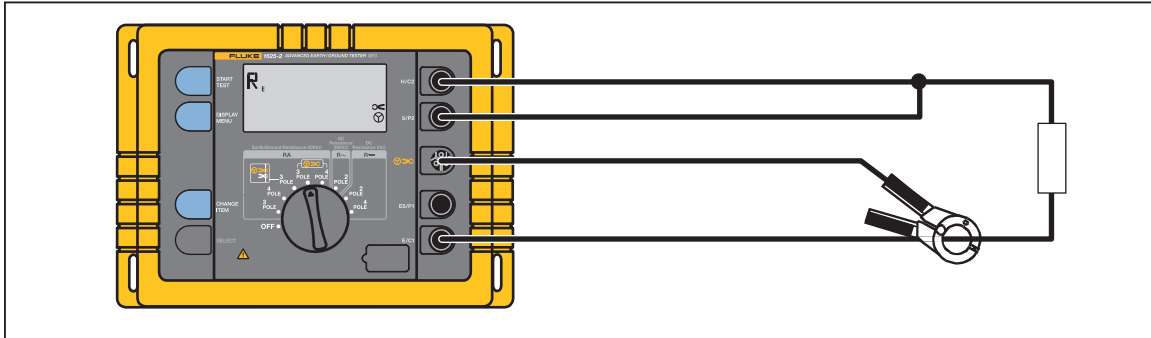


Рис. 9. Подключение клещей-трансформатора

edw018.eps

5. Установите центральный поворотный переключатель в положение « \rightarrow RE 3-полюсный».
6. Еще раз нажмите кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).

Если измеренное значение R_E более чем на 5% отклоняется от значения R_E , установленного без клещей-трансформатора, отрегулируйте коэффициент трансформации клещей-трансформатора (tr) соответствующим образом:

$$tr_{new} = tr_{old} \times \frac{R_E (withclip - ontransformer)}{R_E (withoutclip - onTransformer)}$$

Например:

Коэффициент трансформации клещей-трансформатора $tr = 1000:1$. Измерение без использования клещей-трансформатора выдает значение $R_E = 0,983 \Omega$. При использовании клещей-трансформатора значение $R_E = 1,175 \Omega$.

Таким образом, отклонение составляет $(1,175 - 0,983) \Omega = +0,192 \Omega$ и относительно $R_E = 0,983 \Omega$ погрешность рассчитывается следующим образом:

$$100\% \times \frac{0,192\Omega}{0,983\Omega} = +19,5\%$$

Новый коэффициент трансформации, который необходимо установить, рассчитывается следующим образом:

$$tr_{new} = 1000 \times \frac{1,175}{0,983} = 1195$$

Компенсация сопротивления соединительного провода электрода заземления

Если сопротивление линии электрода заземления нельзя проигнорировать, возможно компенсировать сопротивление соединительного провода электрода заземления.

Процесс измерения:

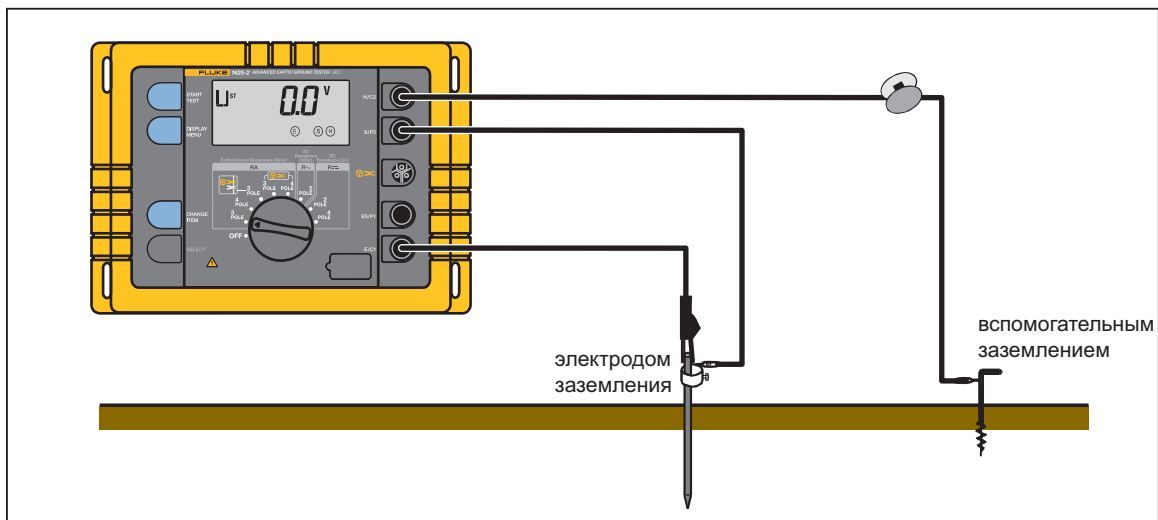


Рис. 10. Компенсация сопротивления соединительного провода электрода заземления

Для проведения компенсации выполните следующие действия:

1. Переведите центральный поворотный переключатель в положение « R_E 3-полюсный».
2. Подключите устройство, как показано на рисунке 10.
3. Запустите экран R_K с помощью кнопки «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).
4. Выполните компенсацию, нажав кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).

Сопротивление компенсации отображается только при нажатой кнопке «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ). Когда кнопка «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ) отпущена, измеренное значение сохраняется. Измерительный прибор возвращается к стандартным настройкам, установленным в начале измерения, поэтому следующее измерение сопротивления заземления можно запустить при повторном нажатии кнопки «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ). Соответственно, значение R_K вычитается из текущего измеренного значения.

Если значение компенсации необходимо сбросить до значения начальной настройки (0,000 Ω), процедуру компенсации нужно запустить с «открытым» (отсоединенным) измерительным проводом или перевести переключатель в следующее положение, а затем обратно.

Измерение удельного сопротивления земли

Удельное сопротивление земли — это геологическая и физическая величина, которая применяется при расчете и планировании систем заземления. Для проведения процедуры измерения, представленной на рисунке 11, используется метод, разработанный Веннером (Ф. Веннер, «Метод измерения сопротивления земли»; Бюллетень National Bureau of Standards, Бюллетень 12 (4), лист 258, S 478–496; 1915/16).

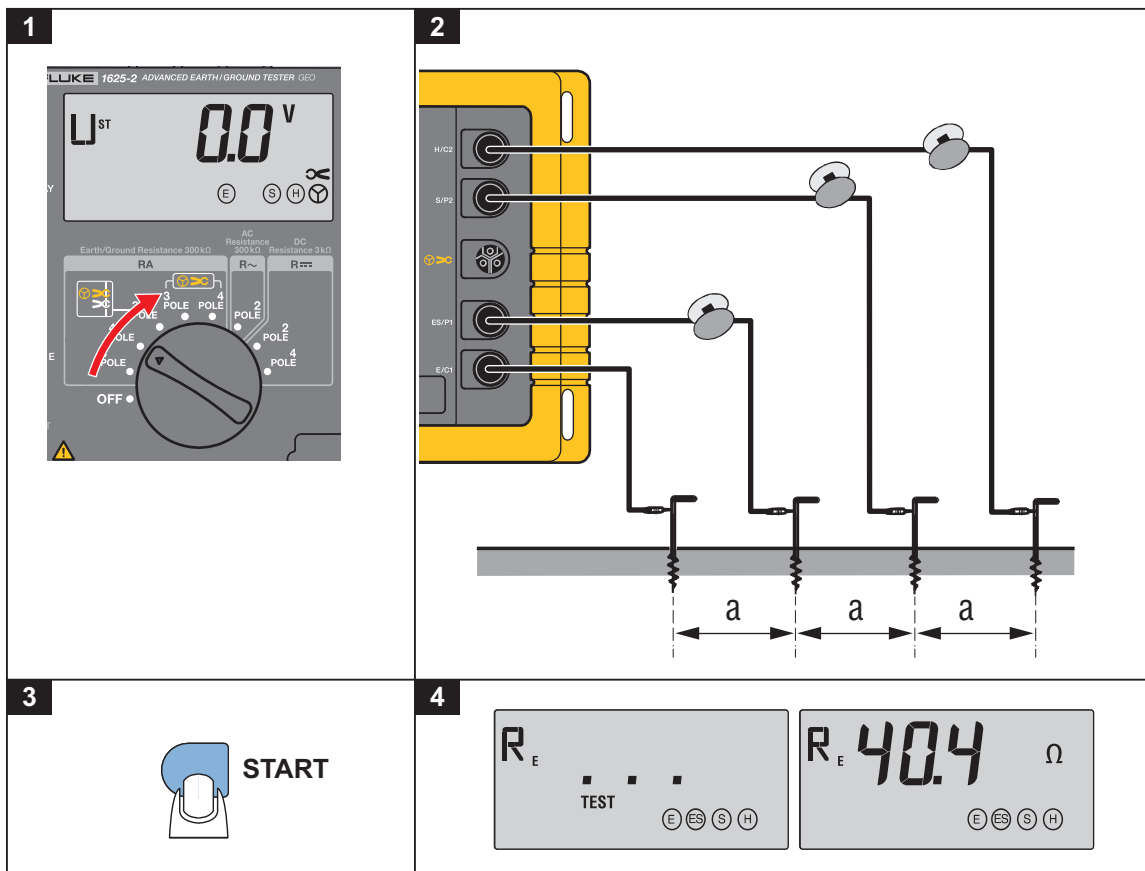


Рис. 11. Измерение удельного сопротивления земли11

edw020.eps

1. Установите четыре электрода заземления одинаковой длины в землю на прямой линии на одинаковом расстоянии «а» друг от друга. Электроды заземления необходимо установить на глубину, не превышающую 1/3 расстояния «а».
2. Переведите центральный поворотный переключатель в положение «R_E 4-полюсный».

Прибор следует подключить в соответствии с рисунком и указаниями, которые отображаются на экране.

Мигание символов розеток $\text{E} \text{S} \text{S} \text{H}$ или $\text{Y} \text{X}$ указывает на неверное или неполное подсоединение измерительного провода.

3. Нажмите кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).

4. Выполните считывание измеренного значения R_E .

На основании обозначенного значения сопротивления R_E удельное сопротивление земли вычисляется в соответствии с уравнением:

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

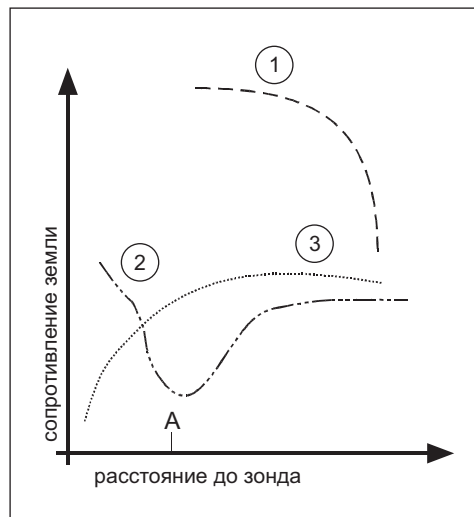
ρ_E среднее значение удельного сопротивления земли ($\Omega\text{м}$)

R_E измеренное значение сопротивления (Ω)

a расстояние до зонда (м)

Метод измерения в соответствии с методикой Веннера (Wenner) определяет удельное сопротивление земли приблизительно до глубины, равной расстоянию «а» между двумя штырями заземления. Увеличивая расстояние «а», можно измерить и проверить на однородность более глубокие пласты. Изменяя расстояние «а» несколько раз, можно измерить профиль, на основе чего можно определить подходящий электрод заземления.

В соответствии с глубиной измерения расстояние «а» выбирается в диапазоне от 2 до 30 м. Результаты методики отображаются с помощью кривых, изображенных ниже на графике.

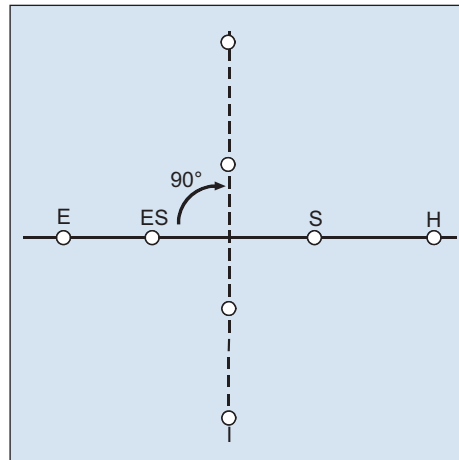


hve021.eps

Кривая 1: Так как значение E уменьшается только при углублении, рекомендуется использовать глубоко расположенный электрод заземления.

Кривая 2: Так как значение E уменьшается только до точки A , увеличение глубины, выходящее за уровень точки A , не повысит значения.

- Кривая 3: При увеличении глубины значение E не уменьшится: рекомендуется применение ленточного провода заземлителя.
- Результаты измерений часто искажаются, например, при наличии под землей металлических предметов и водоносных пластов. Во всех случаях рекомендуется произвести повторное измерение, при котором острие оси повернуто под углом 90° (график см. ниже).

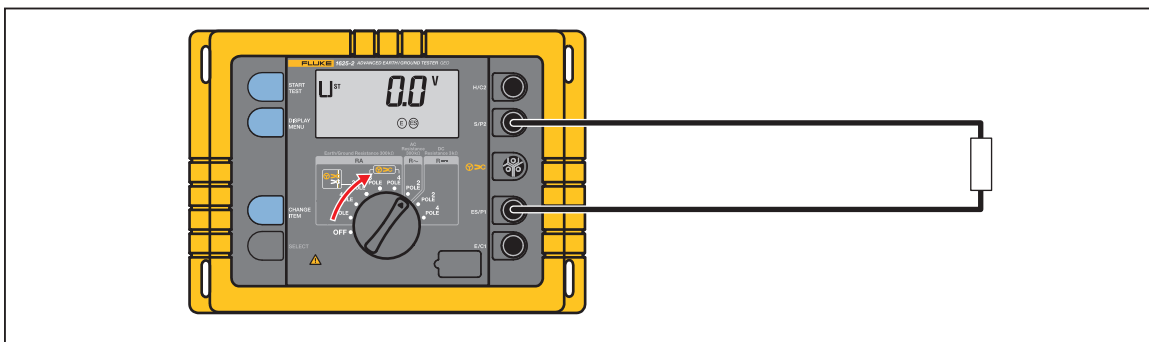


edw022.eps

Измерение сопротивления

Измерение сопротивления ($R\sim$)

Эта измерительная функция определяет сопротивление в омах от $0,02 \Omega$ до $300 \text{ k}\Omega$. Измерение производится при переменном токе. При измерении очень низкого сопротивления рекомендуется компенсация соединительных проводов (см. раздел *Компенсация при измерении сопротивления выводов*).



edw023.eps

Рис. 12. Измерение сопротивления ($R\sim$)12

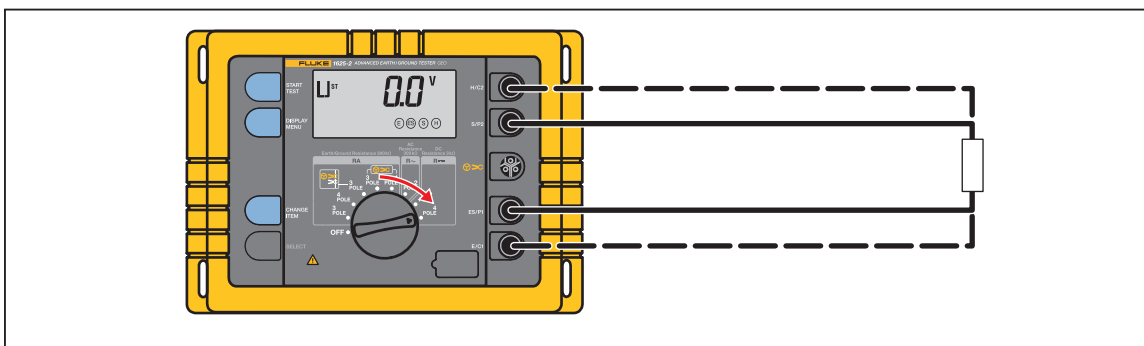
1. Установите центральный поворотный переключатель в положение « $R\sim$ ».
2. Подключите устройство, как показано на рисунке 12.

3. В этом режиме все доступные настройки и значения LIMIT (ПРЕДЕЛЬНЫЕ) вызываются с помощью кнопки «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ), также возможно установить частоту измерения.
4. Нажмите кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).
5. Выполните считывание измеренного значения.

Измерение сопротивления (R_{\rightarrow})

В этом измерительном режиме все значения сопротивления от 0,02 Ω до 3 к Ω измеряются при постоянном токе и с автоматическим изменением полярности в соответствии с EN61557-5.

Для достижения наиболее высокой точности возможны 4–полюсные измерения. Для обеспечения баланса удлинительного кабеля необходимо провести компенсацию.



edw024.eps

Рис. 13. Измерение сопротивления (R_{\rightarrow})13

1. Подключите устройство, как показано на рисунке 13.
2. Переведите центральный поворотный переключатель в положение « R_{\rightarrow} ».
3. В этом режиме все доступные настройки и значения ПРЕДЕЛОВ вызываются с помощью кнопки «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).

⚠⚠ Предупреждение

Перед началом измерений выключите объект или тестируемый объект или отключите питание цепи. При наружном напряжении >3 В процесс измерения не запустится.

⚠⚠ Предупреждение

В связи с измерением высоких токов индуктивные нагрузки могут вызвать смертельно опасное напряжение при отсоединении от цепи измерения.

4. Начните процесс измерения, нажав кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ). Сначала значение «R₁» с положительным напряжением измеряется на гнезде «E». После отпускания кнопки «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ) «R₂» будет измеряться с отрицательным напряжением на гнезде «E». Соответственно, первым отобразится наибольшее измеренное значение.
5. Следующее измеренное значение можно вызвать нажатием кнопки «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ). Если превышено установленное предельное значение (R LIMIT), предел также может быть отображен.

Компенсация при измерении сопротивления проводов

1. Запустите экран R_K с помощью кнопки «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).
2. Измерение тока короткого замыкания проходит, как показано на рисунке 14.
3. Нажмите кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ). Значение R_K сохраняется после отпускания кнопки «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ). Дисплей вновь переходит к отображению процесса измерения напряжения. Соответственно, значение R_K вычитается из текущего измеренного значения. При кратковременном вращении центрального поворотного переключателя линейная компенсация будет вновь удалена.

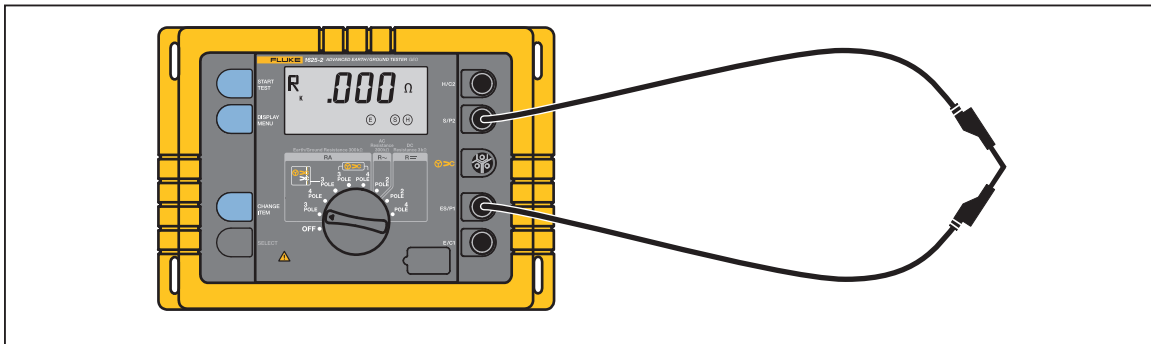


Рис. 14. Компенсация при измерении сопротивления проводов

edw026.eps

Изменение всех настроек данных с помощью индивидуального КОДА

С помощью данной функции (FM, UM–предел, предел, звуковой сигнал, коэффициент, R*) можно запрограммировать предел и установленные значения. Это сохранит их в памяти, даже если устройство будет ВКЛЮЧЕНО или ВЫКЛЮЧЕНО. Данная функция позволяет пользователю создавать установки прибора с пользовательскими настройками в соответствии с особыми требованиями.

В таблице 7 указаны настройки, которые можно задать только при соответствующих функциях:

Таблица7. Настройки данных7

Функция	Параметр	Диапазон значений	Стандартная предварительная настройка
RE 3pole и RE 4pole	FM	(AFC/94/105/111/128) Гц	AFC
	UM	48 В/20 В	48 В
	RК	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMIT	Вкл./Выкл.	Выкл.
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 кΩ	999 кΩ
	♪(предупреждающий звуковой сигнал)	Вкл./Выкл.	Выкл.
	R*	Вкл./Выкл.	Выкл.
RE 3pole ∞ и RE 4pole ∞	FM	(AFC/94/105/111/128) Гц	AFC
	UM	48 В/20 В	48 В
	RК	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	I (коэффициент)	80 ... 1200	1000
	LIMIT	Вкл./Выкл.	Выкл.
	RE LIMIT	0,000 Ω ... 999 кΩ	999 кΩ
	♪ (предупреждающий звуковой сигнал)	Вкл./Выкл.	Выкл.
R~	FM	(AFC/94/105/111/128) Гц	AFC
	RК	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMIT	Вкл./Выкл.	Выкл.
	R ~ LIMIT	0,000 Ω ... 999 кΩ	999 кΩ
	♪ (предупреждающий звуковой сигнал)	Вкл./Выкл.	Выкл.
R ∞ 2pole и 4pole			
	RК	0,000 Ω ... 29,99 Ω	0,000 Ω
	LIMIT	Вкл./Выкл.	Выкл.
	R LIMIT	0,000 Ω ... 9,99 кΩ	9,99 кΩ
	♪(Предупреждающий сигнал)	Вкл./Выкл.	Выкл.

Для сохранения кода выполните следующие действия:

1. Нажмите все 4 кнопки одновременно и переместите центральный переключатель из положения ВЫКЛ. на выбранный режим измерения.

На дисплее отобразится надпись «С _ _ _».

2. Теперь введите КОД. Код представляет собой число из трех цифр.

Примечание

Если КОД был введен, все запрограммированные позднее значения можно изменить только после введения КОДА. Если КОД был введен, изменить или стереть его можно только в том случае, если код известен. Обязательно запишите своей персональный «КОД» и храните его в надежном месте.

3. Ввод кода производится с помощью кнопок «CHANGE ITEM» (ИЗМЕНИТЬ ПАРАМЕТР) и «SELECT» (ВЫБРАТЬ).
4. Чтобы завершить ввод, нажмите кнопку «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).
Теперь КОД сохранен, а на дисплее отображается надпись «С ON».
5. Если при отображении на дисплее надписи «С ON» нажать кнопку «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ), отобразится первый параметр выбранной измерительной функции. Его можно изменить с помощью кнопок «CHANGE ITEM» (ИЗМЕНИТЬ ПАРАМЕТР) и «SELECT» (ВЫБРАТЬ).
 - a. Для сохранения измененного значения нажмите кнопку «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).
 - b. Для выхода из программы настроек нажмите кнопку «START TEST» (НАЧАТЬ ТЕСТИРОВАНИЕ).

Примечание

Если предельные значения, соответствующие нормам, изменены неверно, могут отобразиться ошибочные результаты тестирования.

Чтобы удалить код:

1. Нажмите все 4 кнопки одновременно и переместите центральный переключатель из положения ВЫКЛ. на любой режим измерения.

На дисплее отобразится надпись «С _ _ _».

2. Затем введите имеющийся КОД.
3. Ввод кода производится с помощью кнопок «CHANGE ITEM» (ИЗМЕНИТЬ ПАРАМЕТР) и «SELECT» (ВЫБРАТЬ). Чтобы завершить ввод, нажмите кнопку «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ).

4. На дисплее отобразится надпись «С ON». В положении «С ON» функцию КОДА можно отключить, нажав кнопку «CHANGE ITEM» (ИЗМЕНИТЬ ПАРАМЕТР). Затем и на дисплее отобразится надпись «С OFF».
5. Если отображаемая на дисплее надпись подтверждается нажатием кнопки «DISPLAY MENU» (ЭКРАННОЕ МЕНЮ), код пользователя и все изменения предельных значений будут стерты. В памяти прибора будут восстановлены первичные значения по умолчанию.
6. Теперь возможно запрограммировать новый КОД и использовать его для установки новых параметров.

Экспортирование на ПК данных, хранящихся в памяти прибора

Все данные о каждом тестировании автоматически сохраняются в виде файла с расширением .csv. В таблице 8 (продолжение на стр. 40) приведен пример файла с расширением .csv.

Для переноса данных с прибора на ПК выполните следующие действия:

1. С помощью кабеля USB подключите прибор к ПК.
2. При помощи Проводника Windows найдите в списке устройств новое устройство **EGT drive**.
3. На устройстве EGT drive найдите файл Data.csv.
4. Используйте стандартные средства ПК, чтобы скопировать файл в новое место хранения.

Таблица 8. Изучение файла .CSV и зарегистрированных в нем данных8

Измерение	Временная отметка	Режим измерения	Измерительное напряжение Um	Частота измерения Fm	Напряжение помех Ust
1	15 октября 2013 г., 20:13:55	3–полюсное R _E	48 В	128 Гц	0,0 В
2	15 октября 2013 г., 20:15:55	4–полюсное R _E	48 В	128 Гц	0,0 В
3	15 октября 2013 г., 20:17:15	3–полюсное выборочное	48 В	128 Гц	0,2 В
4	15 октября 2013 г., 20:21:10	4–полюсное выборочное	20 В	111 Гц	0,0 В
5	15 октября 2013 г., 20:23:25	2–полюсное сопротивление при переменном токе	48 В	128 Гц	0,2 В
6	15 октября 2013 г., 20:24:48	2–полюсное сопротивление при постоянном токе	48 В	Не прим.	0,2 В
7	10 ноября 2013 г., 20:24:48	4–полюсное R _e	48 В	111 Гц	0,0 В
8	10 ноября 2013 г., 20:28:48	4–полюсное выборочное	48 В	128 Гц	0,0 В

Таблица 8. Изучение файла .CSV и зарегистрированных в нем данных (продолжение)

Измерение	Частота помех Fst	Ток помех	Сопротивление заземления 55 Гц R*	Сопротивление заземления Re	Сопротивление переменного тока R~	Сопротивление постоянного тока R1
1	0,0 В	Не прим.	Не прим.	1,022 Ω	Не прим.	Не прим.
2	0,0 В	Не прим.	1,02 Ω	1,022 Ω	Не прим.	Не прим.
3	100,0 Гц	0,0 В	1,02 Ω	1,022 Ω	Не прим.	Не прим.
4	0,0 В	0,0 В	Не прим.	1006 Ω	Не прим.	Не прим.
5	100,0 Гц	Не прим.	Не прим.	Не прим.	1,022 Ω	Не прим.
6	100,0 Гц	Не прим.	Не прим.	Не прим.	Не прим.	1,023 Ω
7	0,0 В	Не прим.	Не прим.	Не прим.	Не прим.	Не прим.
8	0,0 В	0,0 В	Не прим.	Не прим.	Не прим.	Не прим.
Измерение	Сопротивление постоянного тока R2	Сопротивление зонда Rs	Вспомогательн ое сопротивление Rh	Компенсационн ое сопротивление Rk	Трансформатор Кэффициент I	Статус ошибки
1	Не прим.	0,1 кΩ	0,1 кΩ	0,025 Ω	Не прим.	Не прим.
2	Не прим.	0,1 кΩ	0,1 кΩ	Не прим.	Не прим.	Не прим.
3	Не прим.	0,1 кΩ	0,1 кΩ	0,075 Ω	1000	Не прим.
4	Не прим.	0,1 кΩ	0,5 кΩ	Не прим.	1000	Не прим.
5	Не прим.	Не прим.	Не прим.	0,025 Ω	Не прим.	Не прим.
6	1,022 Ω	Не прим.	Не прим.	0,025 Ω	Не прим.	Не прим.
7	Не прим.	Не прим.	Не прим.	Не прим.	Не прим.	Разъемы E и H открыты
8	Не прим.	Не прим.	Не прим.	Не прим.	1000	Переверните клещи

Удаление сохраненных данных

Для удаления сохраненных данных из памяти прибора выполните следующие действия:

1. С помощью кабеля USB подключите прибор к ПК.
2. При помощи Проводника Windows найдите в списке устройств новое устройство **EGT drive**.
3. На устройстве EGT drive найдите файл Data.csv.
4. Используя стандартные средства ПК, удалите файл с устройства EGT drive или переместите его в другое место хранения.

Это действие удаляет все хранившиеся в памяти прибора данные.

Обслуживание

Если устройство 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 устройства не оказывало негативного влияния на безопасность эксплуатации, оригинальные детали заменялись соответствующими запасными деталями и устанавливались надлежащим образом (состояние на момент приобретения).

Предупреждение

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

- **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 их полярность соблюдена.**

Калибровка

Рекомендуется проводить калибровку раз в год.

Обслуживание

Если вы предполагаете, что показания прибора неверны, ознакомьтесь с этим руководством, чтобы убедиться, что вы правильно выполняете измерения. В случае, если прибор после проверки все еще не работает должным образом, аккуратно упакуйте его (если возможно, в оригинальную упаковку) и вышлите оплаченным почтовым отправлением в ближайший центр технического обслуживания Fluke. Приведите краткое описание возникшей проблемы. Компания Fluke HE несет ответственности за повреждение при пересылке.

Чтобы найти авторизованный сервисный центр, посетите сайт www.fluke.com.

Технические характеристики

Диапазон температур	
Рабочая:	от 0 °C до +35 °C (от +32 °F до +95 °F)
Хранения:	от -30 °C до +60 °C (от -22 °F до +140 °F)
Температурный коэффициент:	±0,1 % от показаний прибора / °C (ниже 18 °C и выше 28 °C)
Рабочая влажность:	< 95% относительной влажности без конденсации
Рабочая высота над уровнем моря:	2000 м
Климатический класс:	C1 (IEC 654-1), от -5 °C до +45 °C, от 5% до 95% отн. влажн.
Класс защиты	
Корпус:	IP 56
Крышка отсека элементов питания:	IP 40
Электромагнитная совместимость:	Соответствует требованиям IEC61326-1: Портативные
Безопасность:	Соответствует требованиям IEC 61010-1: Категория отсутствует, степень загрязнения 2
Время измерения:	6 секунд, стандартно
Максимальная перегрузка:	250 В среднеквадратичное (в связи с неправильным использованием)
Элементы питания:	6 x 1,5 В, щелочные AA LR6
Ресурс элементов питания:	обычно >3000 измерений, RH + RE < 1 кОм обычно >6000 измерений, RH + RE > 10 кОм
Габариты:	240 x 180 x 110 мм (9,5 x 7,1 x 4,4 дюйма)
Масса с элементами питания:	1,52 кг (3,35 фунта)
Память:	Внутренняя память может хранить до 1500 записей, доступных с помощью порта USB

Измерение напряжения помех постоянного и переменного (U_{ST}) тока

Метод измерения: двухполупериодное выпрямление

Диапазон измерения	Диапазон отображения	Разрешение	Частотный диапазон	Погрешность
1 - 50 В	0,0 – 50 В	0,1 В	Пост.ток/перем. ток от 45 до 400 Гц синусоида	± (5% от показаний + 5 разрядов)

Процесс измерений: приблизительно 4 измерения/с

Внутреннее сопротивление: приблизительно 1,5 МΩ

Значения при перегрузке: $U_{\text{среднеквадратичное}} = 250 \text{ В}$

Измерение частоты (F_{ST}) помех

Метод измерения: Измерение периода колебания напряжения помех

Диапазон измерения	Диапазон отображения	Разрешение	Диапазон	Погрешность
16,0 - 400 Гц	16,0 – 299,9 – 999 Гц	0,1 - 1 Гц	1 – 50 В	± (1% от показаний прибора + 2 знака)

Сопrotивление заземления (R_E)

Метод измерения: Измерение силы тока и напряжения с помощью зонда в соответствии с IEC61557-5

Напряжение в разомкнутой цепи: 20 / 48 В, перем. тока

Ток короткого замыкания: 250 мА переменного тока

Частота измерения: 94, 105, 111, 128 Гц выбирается вручную или автоматически. (AFC) 55 Гц в функции R*

Подавление шума: >120 дБ (16 2/3, 50, 60, 400 Гц)

Максимальная перегрузка: U среднеквадратичное = 250 В

Таблица 9. Вычисление операционной погрешности⁹

Основная погрешность или величина влияния	Стандартные условия или заданный рабочий диапазон	Код обозначения	Требования или проверка в соответствии с эталонными деталями IEC 1557	Тип проверки
Основная погрешность	Рекомендуемые условия	A	Деталь 5, 6.1	R
Положение	Эталонное положение ±90°	E1	Деталь 1, 4.2	R
Напряжение питания	На ограничениях, заявленных производителем	E2	Деталь 1, 4.2, 4.3	R
Температура	0 °C и 35 °C	E3	Деталь 1, 4.2	T
Последовательное напряжение помех		E4	Деталь 5, 4.2, 4.3	T
Сопrotивление зондов и вспомогательных электродов заземления	от 0 до 100 x R _A но ≤50 кΩ	E5	Деталь 5, 4.3	T
Системная частота	от 99 % до 101 % номинальной частоты	E7	Деталь 5, 4.3	T
Системное напряжение	от 85 % до 110 % номинального напряжения	E8	Деталь 5, 4.3	T
Операционная погрешность	$B = \pm(A + 1,15 \cdot \sqrt{E_1^2 E_2^2 E_3^2 E_4^2 E_5^2 E_6^2 E_7^2 E_8^2})$		Часть 5, 4.3	R
A = основная погрешность E _n = изменения R = текущая проверка T = типовая проверка		$B[\%] = \pm \frac{B}{\text{fiducial value}} \times 100\%$		

Диапазон измерения	Диапазон отображения	Разрешение	Погрешность	Операционная погрешность
от 0,020 Ω до 300 кΩ	0,001 Ω...2,999 Ω	0,001 Ω	± (2 % от показаний + 2 разряда)	± (5% от показаний + 5 разрядов)
	3,00 Ω...29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0 Ω...299,9 Ω	0,1 Ω		
	0,300 кΩ...2,999 кΩ	1 Ω		
	3,00 кΩ...29,99 кΩ	10 Ω		
	30,0 кΩ...299,9 кΩ	100 Ω		

Время измерения:

обычно 8 сек. с фиксированной частотой

30 секунд максимально с AFC и полным циклом измеряемых частот

Дополнительная погрешность из-за сопротивления вспомогательного электрода заземления и сопротивления зонда:

$$\frac{R_H (R_S + 2000\Omega)}{R_E} \times 1.25 \times 10^{-6}\% + 5 \text{ digits}$$

Погрешность измерения R_H и R_S:

обычно 10 % от $R_E + R_S + R_H$

Максимальное сопротивление зонда:

≤ 1 М Ω

Максимальное сопротивление вспомогательного электрода заземления:

≤ 1 М Ω

Если после измерения сопротивления зонда, вспомогательного электрода заземления и сопротивления заземления причиной погрешности измерения выше 30 % считаются влияющие условия, на дисплее отображается предупреждающий символ Δ и предупреждение о том, что значения R_S или R_H являются слишком высокими.

R _H с U изм. = 48 В	R _H с U изм. = 20 В	Разрешение
<300 Ω	<250 Ω	1 мΩ
<6 кΩ	<2,5 кΩ	10 мΩ
<60 кΩ	<25 кΩ	100 мΩ
<600 кΩ	<250 кΩ	1 Ω

Селективное (выборочное) измерение сопротивления заземления (R_E)

Метод измерения:	Измерение силы тока и напряжения с помощью зонда в соответствии с EN61557-5 и измерение силы тока в отдельном отводе с помощью дополнительного трансформатора тока.
Напряжение в разомкнутой цепи:	20 / 48 В перем. тока
Ток короткого замыкания:	250 мА переменного тока
Частота измерения:	94, 105, 111, 128 Гц выбирается вручную или автоматически (AFC), 55 Гц (R^*)
Подавление шума:	120 дБ (16 2/3, 50, 60, 400 Гц)
Максимальная перегрузка:	макс. U среднеквадратичное = 250 В

Диапазон измерения	Диапазон отображения	Разрешение	Погрешность ^[1]	Операционная погрешность ^[1]
от 0,020 Ω до 30 кΩ	0,001...2,999 Ω	0,001 Ω	± (7 % от показаний + 2 разряда)	± (10% от показаний + 5 разрядов)
	3,00...29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0...299,9 Ω	0,1 Ω		
	от 0,300 до 2,999 кΩ	1 Ω		
	от 3,00 до 29,99 кΩ	10 Ω		
[1] С рекомендуемыми клещами для измерения тока / трансформаторами.				

Дополнительная погрешность из-за стандартного сопротивления вспомогательного электрода заземления и сопротивления зонда:

$$\frac{R_H (R_S + 2000\Omega)}{R_{ETOTAL}} \times 1.25 \times 10^{-6}\% + 5 \text{ digits}$$

Погрешность измерения R_H и R_S :

обычно 10% от $R_{ETOTAL} + R_S + R_H$

Время измерения:

обычно 8 сек. с фиксированной частотой 30 секунд макс. с AFC и полным циклом измеряемых частот

Необходимо измерить минимальную

силу тока в отдельном отводе:

0,5 мА с трансформатором (1000:1)
0,1 мА с трансформатором (200:1)

Максимальный ток помех через трансформатор:

3 А с трансформатором (1000:1)

Измерение сопротивления (R₋)

Метод измерения:	измерение силы тока и напряжения
Измерение напряжения:	20 В перем. тока, квадратный импульс
Ток короткого замыкания:	>250 мА переменного тока
Частота измерения:	94, 105, 111, 128 Гц выбирается вручную или автоматически (AFC)

Диапазон измерения	Диапазон отображения	Разрешение	Погрешность	Операционная ошибка
0,020 Ω...300 кΩ	0,001 Ω ... 2,999 Ω	0,001 Ω	± (2 % от показаний + 2 разряда)	± (5% от показаний + 5 разрядов)
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30 Ω ... 299,9 Ω	0,1 Ω		
	300 Ω ... 2999 Ω	1 Ω		
	3,0 кΩ ... 29,99 кΩ	10 Ω		
	30,0 кΩ ... 299,9 кΩ	100 Ω		

Время измерения:	обычно 6 секунд
Максимальное напряжение помех:	24 В, при более высоком значении напряжения измерение не начнется
Максимальная перегрузка:	U _{среднеквадратичное макс.} = 250 В

Измерение сопротивления (R_→)

Напряжение в разомкнутой цепи:	20 В пост. тока
Ток короткого замыкания:	200 мА пост. тока
Образование измеренного значения:	при выполнении 4-полюсных измерений измерительные провода (H)(S)(E) можно удлинить без дополнительной погрешности Сопротивление провода >1 Ω (E) может вызвать дополнительную погрешность 5 мΩ/Ω

Диапазон измерения	Диапазон отображения	Разрешение	Погрешность	Операционная погрешность
от 0,020 Ω до 3 кΩ	0,001 Ω ... 2,999 Ω	0,001 Ω	± (2 % от показаний + 2 разряда)	± (5% от показаний + 5 разрядов)
	3,0 Ω ... 29,99 Ω	0,01 Ω		
	30,0 Ω ... 299,9 Ω	0,1 Ω		
	300 Ω ... 2999 Ω	1 Ω		

Процесс измерений:	приблизительно 2 измерения/сек
Время измерения:	обычно 4 секунды, включая смену полярности (2-полюсный или 4-полюсный)
Максимальное напряжение помех:	≤ 3 В перем. или пост. тока, при более высоком напряжении измерение не начнется
Максимальная индуктивность:	2 Генри
Максимальная перегрузка:	$U_{\text{среднеквадратичное}} = 250 \text{ В}$

Компенсация сопротивления проводов (R_k)

Компенсация сопротивления проводов (R_k) может включаться на функциях R_E 3-полюсная, R_E 3-полюсная $\gg C$, R_{\sim} и R_{\equiv} 2-полюсная

Образование измеренного значения: $R_{\text{отображенное}} = R_{\text{измеренное}} - R_{\text{компенсации}}^*$

* Значение введенной установки $R_k = 0,000 \Omega$ изменяется от 0,000 до 29,99 Ω путем регулировки во время настройки.

Безэлектродное измерение контура заземления ($\oplus \opl�$)

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

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

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

Данные о безэлектродном измерении контура заземления можно считать достоверными, только если измерения осуществлялись рекомендуемыми клещами для измерения тока на минимальном заданном расстоянии.