

1662/1663/1664 FC

Electrical Installation Tester

Руководство пользователя

ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ И ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для каждого продукта Fluke гарантируется отсутствие дефектов материалов и изготовления при нормальном использовании и обслуживании. Гарантийный срок составляет три года и отсчитывается от 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 реселлера 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 обработки. 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 остановки.

Авторизованные реселлеры Fluke расширяют 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 на 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 покупной цены, 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 обработки, включая электрическое перенапряжение из-за несоблюдения указанных допустимых значений, или обычным износом механических компонентов, Fluke определит стоимость ремонта и начнет работу после получения разрешения. 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 ИЛИ 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
США

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

Содержание

Название	Страница
Введение.....	1
Как связаться с Fluke.....	1
Безопасность.....	2
Функции и принадлежности	5
Эксплуатация	8
Функции обеспечения безопасности	8
Сенсорная панель.....	8
Обнаружение цепи под напряжением.....	8
Измерение сопротивления заземления.....	8
Предварительное тестирование безопасности.....	8
Индикатор проводки питания от сети.....	9
Краткое руководство	9
Использование поворотного регулятора.....	9
Кнопки	11
Дисплей.....	13
Входные клеммы	17
Коды ошибок	18
Опции, доступные при включении питания	20
Обнуление измерительных проводов	22
Предварительное тестирование безопасности при измерении сопротивления изоляции	26
Измерения	28
Измерение напряжения и частоты	28
Измерение сопротивления изоляции	29
Измерение целостности	32
Измерение импеданса контура/линии.....	34
Импеданс контура (между фазой и защитным заземлением L-PE).....	34
Импеданс контура (Режим размыкания по высокому току).....	37
Импеданс контура при измерении в системе IT	39
Импеданс линии	39

Измерения времени размыкания УЗО	42
Пользовательская настройка УЗО – режим Var.....	46
Время размыкания УЗО в автоматическом режиме.....	46
Измерения тока размыкания УЗО.....	48
Проверки УЗО в системах ИТ	52
Проверки чередования фаз	54
Измерение сопротивления заземления.....	55
Приложения.....	57
Проверка розетки питания от сети и установка кольцевой проводки	57
Проверка сопротивления заземления контурным методом.....	58
Zmax.....	59
Автоматический запуск.....	59
Проверка импеданса контура с УЗО 10 мА.....	60
Последовательность автоматической проверки (1664 FC)	61
Режим памяти	63
Сохранение измерения	65
Извлечение измерения из памяти.....	65
Очистить память.....	66
Сообщение об ошибке памяти	66
Загрузка результатов проверки	67
Беспроводная система Fluke Connect	68
Обслуживание	69
Проверка предохранителя	70
Проверка батареи.....	70
Замена батареи	70
Характеристики.....	73
Общие характеристики	73
Предельные значения на дисплее	75
Характеристики электрических измерений	80
Рабочие диапазоны и неопределенность согласно EN 61557	88
Операционная неопределенность для EN 61557	89

Список таблиц

Таблица	Название	Страница
1.	Символы.....	4
2.	Особенности	5
3.	Стандартные принадлежности	6
4.	Шнуры питания для разных стран.....	7
5.	Поворотный регулятор.....	10
6.	Кнопки	11
7.	Функции дисплея	13
8.	Входные клеммы	17
9.	Коды ошибок.....	18
10.	Опции, доступные при включении питания.....	20
11.	Дисплей/регулятор напряжения и настройки клемм	28
12.	Дисплей/регулятор сопротивления изоляции и настройки клемм.....	30
13.	Дисплей/регулятор нуля целостности и настройки клемм....	33
14.	Импеданс контура/линии/регулятор и настройки клемм	35
15.	Дисплей/регулятор проверки импеданса линии и настройки клемм.....	40
16.	Дисплей/регулятор времени размыкания УЗО и настройки клемм.....	44
17.	Дисплей/регулятор тока размыкания УЗО и настройки клемм.....	49
18.	Дисплей/регулятор сопротивления заземления и настройки клемм.....	56
19.	Настройки автоматической проверки	62
20.	Запасные детали	69

Список рисунков

Рисунке	Название	Страница
1.	Режимы переключения положения проводов.....	22
2.	Отображение нуля	24
3.	Конфигурации нулевого адаптера для разных стран.....	25
4.	Соединение для функции предварительного тестирования безопасности	26
5.	Экран функции предварительного тестирования безопасности	27
6.	Проверка импеданса контура в системе ИТ.....	39
7.	Измерение в 3-фазной системе	41
8.	Подключение для проверки УЗО на электрических системах ИТ	52
9.	Конфигурация с одним измерительным проводом.....	53
10.	Подключение для проверки чередования фаз	54
11.	Дисплей чередования фаз	54
12.	Соединение для проверки сопротивления заземления.....	55
13.	3-проводное соединение для контурной проверки сопротивления заземления (режим без размыкания).....	58
14.	2-проводное соединение для контурной проверки сопротивления заземления (режим размыкания по высокому току).....	59
15.	Режим памяти	64
16.	Подключение последовательного ИК-кабеля	67
17.	Замена батареи.....	72

Введение

Приборы Fluke серии 166X (Тестер или Прибор) представляют собой тестеры электрических установок с питанием от батареи. Это руководство может использоваться для всех моделей 1662, 1663 и 1664 FC. На всех рисунках представлена модель 1664 FC.

Эти тестеры осуществляют измерение и проверку:

- Напряжения и частоты
- Сопротивления изоляции (EN61557-2)
- Электропроводности (EN 61557-4)
- Сопротивления контура/цепи (EN 61557-3)
- Времени размыкания устройства защитного отключения (УЗО) (EN61557-6)
- Тока размыкания УЗО (EN 61557-6)
- Чередувание фаз (EN61557-7) *только 1663 и 1664 FC*
- Сопротивления заземления (EN 61557-5)

Как связаться с Fluke

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

- Служба технической поддержки в США: 1-800-44-FLUKE (1-800-443-5853)
- Служба калибровки/ремонта в США: 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)
- Великобритания: +44 1603 256600
- Германия, Австрия, Швейцария: +49 (0)69 / 2 22 22-0210
- Канада: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- Европа: +31 402-675-200
- В Японии: +81-3-6714-3144
- В Сингапуре: +65-6799-5566
- В других странах мира: +1-425-446-5500

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

Зарегистрировать прибор можно на сайте <http://register.fluke.com>.

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

Безопасность

Список условных обозначений, используемых на Приборе и в этом руководстве, представлен в Таблице 1.

Предупреждение указывает на условия и процедуры, которые опасны для пользователя.

Предостережение обозначает условия и действия, которые могут привести к повреждению Прибора или проверяемого оборудования.

⚠⚠ Предупреждения

Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм следуйте данным инструкциям:

- **Используйте данный Прибор только по назначению. Ненадлежащая эксплуатация может привести к нарушению степени защиты, обеспечиваемой Прибором.**
- **Внимательно прочитайте все инструкции.**
- **Перед использованием Прибора ознакомьтесь со всеми правилами техники безопасности.**
- **Не используйте прибор в среде взрывоопасного газа, пара или во влажной среде.**
- **Соблюдайте региональные и государственные правила техники безопасности. Используйте средства индивидуальной защиты (разрешенные резиновые перчатки, маску для лица и невоспламеняющуюся одежду), чтобы избежать поражения электрическим током или дуговым разрядом при касании оголенных клемм под опасным напряжением.**
- **Не используйте Прибор в распределительных сетях с напряжением >550 В.**
- **При выполнении всех измерений используйте только принадлежности, одобренные для Прибора, имеющие соответствующую категорию измерения (CAT), номинальное значение напряжения и силы тока (щупы, измерительные провода и переходники).**
- **Перед использованием Прибора необходимо закрыть и зафиксировать крышку батарейного отсека.**
- **Осмотрите корпус перед использованием прибора. Обратите внимание на возможные трещины или сколы на пластмассовом корпусе. Внимательно осмотрите изоляцию клемм.**
- **Не используйте измерительные провода, если они повреждены. Осмотрите измерительные провода на предмет повреждения изоляции и измерьте известное напряжение.**

- Не прикасайтесь к токонесущим частям с напряжением >30 В перем. тока (среднеквадратичное значение), 42 В пикового напряжения перем. тока или 60 В пост.тока.
- Убедитесь в правильном выборе клемм, функций и диапазона измерений.
- Напряжение между клеммами или между каждой клеммой и заземлением не должно превышать номинальных значений.
- Ограничивающим пределом является самая низкая категория измерения (CAT) отдельного компонента Прибора, щупа или принадлежности. Запрещается выходить за ее пределы.
- Пальцы должны находиться за упором для пальцев на щупах.
- Вначале измерьте известное напряжение, чтобы убедиться в исправности прибора.
- Если загорелся индикатор низкого заряда батарей, необходимо заменить батареи. Это позволит избежать ошибок в измерениях.
- Прежде чем открывать крышку батарейного отсека, отсоедините все щупы, измерительные провода и принадлежности.
- Чтобы не допустить протекания батарей, убедитесь в их правильной полярности.
- В случае протекания батарей необходимо отремонтировать Прибор перед использованием.
- Ремонт Прибора следует доверять только авторизованным специалистам.
- Используйте только указанные сменные детали.
- Используйте для замены перегоревшего предохранителя только аналогичную модель, чтобы обеспечить непрерывную защиту от возникновения вспышки дуги.
- Не используйте прибор с открытыми крышками или с открытым корпусом. Возможно поражение электрическим током.
- Отключите прибор, если он поврежден.
- Не используйте прибор, если он поврежден.
- Отключайте входные сигналы перед очисткой Прибора.
- Используйте только датчики тока, измерительные провода и адаптеры, поставляемые с Прибором.
- Прежде чем открывать корпус, отключите от Прибора измерительные провода.
- Запрещается использование в условиях CAT III и CAT IV без установленного защитного колпачка. Использование защитного колпачка снижает вероятность возникновения вспышки дуги в результате короткого замыкания.

Таблица 1. Символы

Символ	Описание
	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. ОПАСНОСТЬ.
	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ. Опасность поражения электрическим током.
	См. пользовательскую документацию.
	Предохранитель
	С двойной изоляцией
	Заземление
	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Не подавайте >550 В.
	Состояние батареи
CAT III	Категория измерений III применяется для испытаний и измерений в цепях, подключенных к распределительной части низковольтной электросети здания.
CAT IV	Категория измерений IV применяется для испытаний и измерений в цепях, подключенных к источнику низковольтной электросети здания.
CE	Соответствует требованиям директив Европейского союза.
	Сертифицировано группой CSA в соответствии с североамериканскими стандартами безопасности.
	Соответствует действующим в Австралии стандартам по электромагнитной совместимости (EMC).
	Сертифицировано компанией TÜV SÜD.
	Данный прибор соответствует требованиям к маркировке директивы WEEE. Данная метка указывает на то, что данный электрический/электронный прибор нельзя выбрасывать вместе с бытовыми отходами. Категория прибора: Согласно типам оборудования, перечисленным в Дополнении I директивы WEEE, данное устройство имеет категорию 9 "Контрольно измерительная аппаратура". Не утилизируйте данный прибор вместе с неотсортированными бытовыми отходами.

Функции и принадлежности

В Таблице 2 представлен список функций с разделением по номеру модели.

Таблица 2. Особенности

Функция измерения	1662	1663	1664 FC
Напряжение и частота	●	●	●
Проверка полярности проводки	●	●	●
Сопrotивление изоляции	●	●	●
Предварительная проверка безопасности изоляции			●
Целостность и сопротивление с автоматическим переключением полярности	●	●	●
Целостность и сопротивление с 10 мА	●	●	●
Целостность и сопротивление, выбор входных клемм с помощью (F1).		●	●
Память Zmax		●	●
Сопrotивление контура и линии	●	●	●
Разрешение сопротивления контура и линии – мΩ			●
Предполагаемый ток короткого замыкания на землю (PEFC/I _к) Предполагаемый ток короткого замыкания (PSC/I _к)	●	●	●
Время размыкания УЗО	●	●	●
Уровень размыкания УЗО (проверка пилообразного сигнала)	●	●	●
УЗО переменного тока	●	●	●
Последовательность автоматических проверок УЗО	●	●	●
Измерение частоты импульсов чувствительного тока УЗО (тип А)	●	●	●
Проверка чувствительного УЗО постоянного тока (тип В)		●	●
Сопrotивление заземления		●	●
Индикатор чередования фаз	●	●	●
Последовательность автоматической проверки			●
Другие функции			
Самотестирование	●	●	●
Дисплей с подсветкой	●	●	●
Беспроводная система Fluke Connect™			●
Память, интерфейс			
Память и интерфейс компьютера	●	●	●
ПО Fluke DMS (дополнительная принадлежность)	●	●	●
ПО Fluke FVF (дополнительная принадлежность)	●	●	●
Приложение для смартфона Fluke Connect™			●
Принадлежности в комплекте поставки			
Твердый футляр	●	●	●
Щуп с дистанционным управлением	●	●	●
Нулевой адаптер	●	●	●

Прибор поставляется с предметами, перечисленными в Таблице 3. В случае повреждения Прибора или отсутствия каких-либо предметов, немедленно свяжитесь с продавцом.

Таблица 3. Стандартные принадлежности

Описание	1662 EU	1663/1664 FC EU	1662 UK	1663/1664 FC UK	Номер детали
Измерительный щуп TP165X с кнопкой дистанционного тестирования	•	•	•	•	2107742
Соответствующий национальному стандарту провод для проверки питания от сети	•	•	•	•	См. таблицу 4.
TL-L1, диагностический вывод, красный	•	•			2044945
TL-L2, диагностический вывод, зеленый	•	•			2044950
TL-L3, диагностический вывод, синий	•	•			2044961
Щуп измерительный, тест-объект, гнездо для штекера с продольными подпружинивающими контактами, наконечник 4 мм, красный	•	•			2099044
Щуп измерительный, тест-объект, гнездо для штекера с продольными подпружинивающими контактами, наконечник 4 мм, зеленый	•	•			2065297
Щуп измерительный, тест-объект, гнездо для штекера с продольными подпружинивающими контактами, наконечник 4 мм, синий	•	•			2068904
102-406-003, колпачок щупа, GS-38, красный	•	•			1942029
102-406-002, колпачок щупа, GS-38, зеленый	•	•			2065304
102-406-004, колпачок щупа, GS-38, синий	•	•			2068919

Таблица 3. Стандартные принадлежности (прод.)

Описание	1662 EU	1663/1664 FC EU	1662 UK	1663/1664 FC UK	Номер детали
AC285-5001, 175-276-013 AC285, большой зажим типа "крокодил", красный	•	•			2041727
AC285-5001-02, 175-276-012 AC285, большой зажим типа "крокодил", зеленый	•	•			2068133
AC285-5001-03, 175-276-0114 AC285, большой зажим типа "крокодил", синий	•	•			2068265
Комплект щупов с предохранителем, красный/синий/зеленый с щупом на пружине типа "фонарь", крышкой и колпачком кончика			•	•	3989868
Диск с Руководством пользователя	•	•	•	•	4477435
Краткий справочник	•	•	•	•	4477545
Ящик с инструментами (жесткий футляр с пенопластовыми вкладышами)	•	•	•	•	4688513
Ремень для переноски, с подкладкой	•	•	•	•	4502043
Нулевой адаптер Fluke	•	•	•	•	3301338

В Таблице 4 перечислены шнуры питания для разных стран.

Таблица 4. Шнуры питания для разных стран

Сетевой шнур	Тип штекера	Номер детали
Великобритания	BS1363	4601070
Евророзетка	CEE 7/7	4601081
Дания	AFSNIT 107-2-DI	4601129
Австралия/Новая Зеландия	AS 3112	4601118
Швейцария	SEV 1011	4601107
Италия	CEI 23-16/VII	4601096
США	NEMA 5-15	4601134



Эксплуатация

Прибор прост в обращении. Положение поворотного регулятора соответствует выбранной функции. Параметры тестирования можно быстро настраивать с помощью кнопок. Результаты проверки отображаются четкими символами в одноуровневом меню на большом дисплее с подсветкой.

Функции обеспечения безопасности

Безопасность и производительность — два самых важных требования для любой электрической системы. Качественная изоляция, работающая должным образом система заземления и активная система защиты обеспечивают безопасность людей, электрических систем и зданий. Все это обеспечивает защиту от смертельного электропоражения, пожара и других повреждений оборудования.

Сенсорная панель

Вокруг кнопки  находится сенсорная панель (см. Таблицу 6). Эта сенсорная панель измеряет потенциал между оператором и клеммой PE на Тестере. Если потенциал сенсорной панели превышает 100 В, над сенсорной панелью загорается символ , на дисплее загорается сигнализатор PE и раздается звуковой сигнал.

Обнаружение цепи под напряжением

Прибор запрещает выполнение измерений целостности цепи и сопротивления изоляции, если перед началом выполнения измерений на клеммах обнаружено напряжение >30 В перем./пост. тока. При наличии данного напряжения звуковой сигнал звучит непрерывно.

Измерение сопротивления заземления

Прибор запрещает выполнение данного измерения, если между измерительными стержнями обнаружено напряжение >10 В. Дополнительную информацию об измерении сопротивления заземления см. на стр. 55.

Предварительное тестирование безопасности

Модель 1664 FC оснащена функцией предварительного тестирования безопасности, которая позволяет обнаруживать любые приборы, подключенные к проверяемой цепи. Функция предварительного тестирования безопасности выдает предупреждение перед началом проверки и позволяет предотвратить повреждение приборов испытательным напряжением. Дополнительную информацию о функции предварительного тестирования безопасности см. на стр. 26.

Индикатор проводки питания от сети

Значки (⚡, ⚡, ⚡) появляются при обратном положении клемм L-PE или L-N. Использование Прибора запрещено и генерируется код ошибки, если входное напряжение не находится в пределах от 100 В до 500 В. Проверки контуров и УЗО в Великобритании запрещены при обратном положении клемм L-PE или L-N.

При измерении высокого напряжения между двумя проводами на дисплее отображается значок ⚡. Дополнительную информацию см. в разделе *Проверка розетки питания от сети и установка кольцевой проводки.*

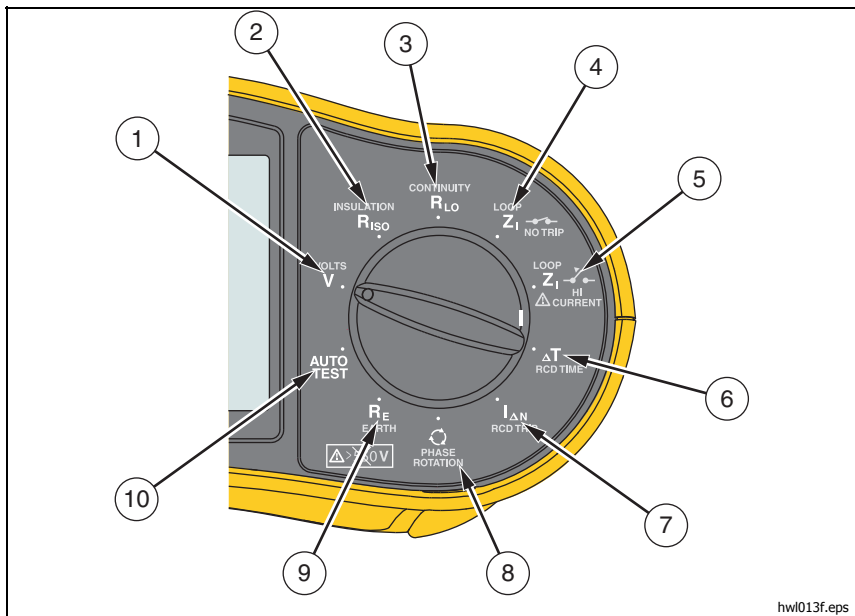
Краткое руководство

В данном разделе представлена вводная информация по органам управления и входам Тестера. Кроме того, здесь содержится информация о функциях, которые чаще всего используются при работе с Тестером.

Использование поворотного регулятора

С помощью поворотного регулятора (см. Таблицу5) осуществляется выбор типа проверки.

Таблица 5. Поворотный регулятор



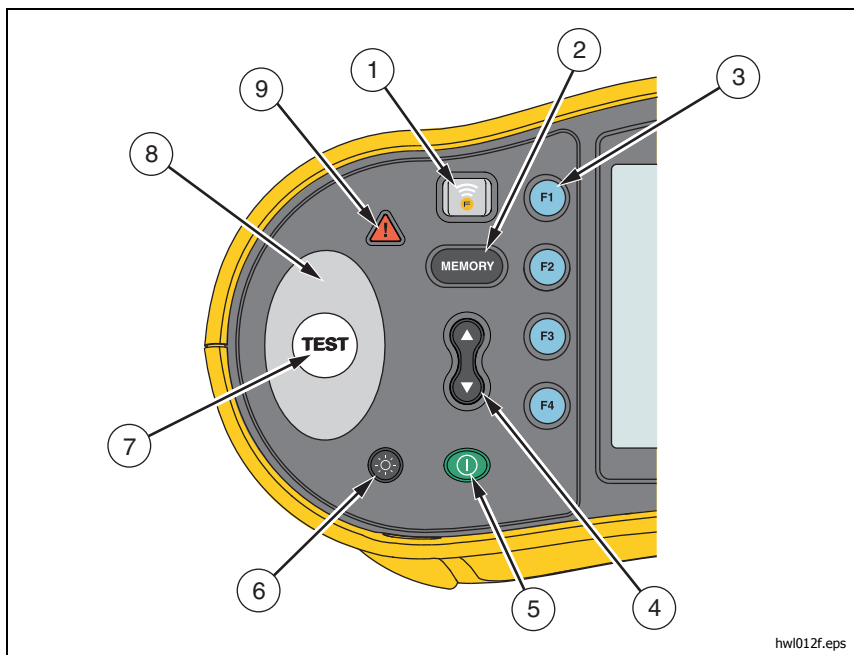
hw1013f.eps

Элемент	Символ	Функция измерения
①	V	Вольт
②	R_{iso}	Сопротивление изоляции
③	R_{Lo}	Целостность
④	Z_1 NO TRIP	Импеданс контура/линии — режим размыкания отсутствует
⑤	LOOP Z_1 HI CURRENT	Импеданс контура/линии — режим размыкания по высокому току
⑥	ΔT Δ	Время размыкания УЗО
⑦	$I_{\Delta N}$ Δ	Уровень размыкания УЗО
⑧	⌚	Чередование фаз
⑨	R_E	Сопротивление заземления (только 1663 и 1664 FC)
⑩	AUTO TEST	Автоматическая проверка (только 1664 FC)

Кнопки

Кнопки (Таблица 6) используются для управления операциями Тестера, выбора отображаемых результатов проверки и перемещения по выбранным результатам проверки.

Таблица 6. Кнопки



hw1012f.eps

Элемент	Кнопка	Описание
①		Только 1664 FC – Включение радиосвязи для Fluke Connect. Нажмите и удерживайте в течение >1 с, чтобы включить радиосвязь.
②		Переход в/выход из режима памяти.
③		Регулировка параметров функций. Подробную информацию см. в инструкциях для каждой конкретной проверки.

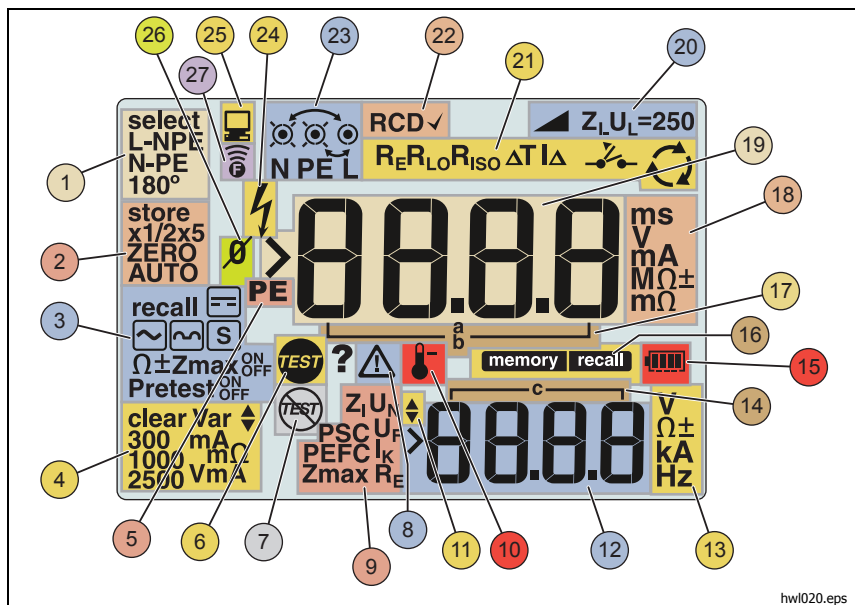
Таблица 6. Кнопки (прод.)

Номер	Кнопка	Описание
④		Кнопки вверх/вниз используются для выбора функций на дисплее. Подробную информацию см. в инструкциях для каждой конкретной проверки.
⑤		Включение и выключение Тестера. Тестер автоматически выключается, если его не используют в течение >10 минут.
⑥		Включение и выключение подсветки.
⑦		Запуск выбранной проверки.
⑧		Сенсорная панель. Вокруг кнопки  находится сенсорная панель. Перед нажатием  всегда касайтесь сенсорной панели. Сенсорная панель измеряет потенциал между оператором и клеммой PE Тестера, за исключением случаев проверки чередования фаз.
⑨		Предупреждение о высоком напряжении. Если потенциал сенсорной панели составляет >100 В, над сенсорной панелью загорается символ  , на дисплее загорается сигнализатор PE и раздается звуковой сигнал. Проверки УЗО и контуров будут запрещены. Не действует при измерении чередования фаз.

Дисплей

В Таблице 7 представлен список функций дисплея.

Таблица 7. Функции дисплея



hw\020.eps

Элемент	Сигнализатор	Определение
①	Настройки (F1)	Возможны различные функции. Подробную информацию см. в инструкциях для каждой конкретной проверки.
②	Настройки (F2)	Возможны различные функции. Подробную информацию см. в инструкциях для каждой конкретной проверки.
③	Настройки (F3)	Возможны различные функции. Подробную информацию см. в инструкциях для каждой конкретной проверки.
④	Настройки (F4)	Возможны различные функции. Подробную информацию см. в инструкциях для каждой конкретной проверки.
⑤	PE	Загорается только при касании сенсорной панели и означает, что вход PE находится под высоким напряжением (>100 V).

Таблица 7. Функции дисплея (продолжение)

Элемент	Сигнализатор	Определение
6		Появляется при нажатии на кнопку тестирования. Исчезает, когда тестирование завершено.
7		Функция предварительного тестирования безопасности обнаружила подключенное оборудование и остановила проверку. Дополнительную информацию см. в разделе <i>Измерения сопротивления изоляции</i> .
8		Потенциальная опасность. Появляется в случае возникновения ошибки. Проверка отключена. Список возможных кодов ошибок с объяснением см. в Таблице 9.
9		<p>Название вспомогательной функции измерения:</p> <p>Z_I Импеданс линии (фаза-нейтраль)</p> <p>U_N Испытательное напряжение для проверки сопротивления изоляции.</p> <p>PSC Предполагаемый ток короткого замыкания. Рассчитывается на основе измеренных значений напряжения и импеданса между фазой и нейтралью.</p> <p>U_F Напряжение короткого замыкания. Измеряется между нейтралью и заземлением.</p> <p>PEFC Предполагаемый ток короткого замыкания на землю. Рассчитывается на основе напряжения и импеданса контура, который измеряется между фазой и защитным заземлением.</p> <p>I_K В сочетании с символами PSC и PEFC отображает ток короткого замыкания.</p> <p>Z_{max} Максимальное зарегистрированное значение выбранной проверки контура.</p> <p>R_E Сопротивление заземления</p>
10		Появляется в случае перегрева Тестера. При перегреве Тестера выполнение функций проверки контура и УЗО запрещено.
11		Доступны дополнительные результаты. Чтобы прокрутить результаты, используйте  .

Таблица 7. Функции дисплея (продолжение)






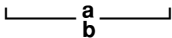



Элемент	Сигнализатор	Определение
12		Вспомогательный дисплей. В ходе какой-либо проверки может быть получено несколько результатов или будет отображаться вычисленное значение на основе исходного результата. Подробную информацию см. в инструкциях для каждой конкретной проверки.
13	V $\Omega \pm$ kA Гц	Единицы измерения для вспомогательного дисплея.
14		Ячейки памяти. Подробную информацию об использовании ячеек памяти см. в разделе <i>Режим памяти</i> .
15		Состояние батареи. Дополнительную информацию по батареям и управлению питанием см. в разделах <i>Проверка батареи</i> или <i>Замена батареи</i> .
16	memory	Отображается при нажатии кнопки  .
	recall	Отображается при нажатии кнопки  и просмотре сохраненных данных.
17		Ячейки памяти. Подробную информацию об использовании ячеек памяти см. в разделе <i>Режим памяти</i> .
18	mC mV mA MΩ ± mΩ	Единицы измерения для главного дисплея.
19		Главный дисплей.
20	 Z_LU_L=250	Отображает предварительно заданный предел напряжения короткого замыкания. Стандартная настройка — 50 В. В некоторых местах требуется, чтобы напряжение короткого замыкания было установлено равным 25 В, как это определено местными электротехническими нормами.

Таблица 7. Функции дисплея (продолжение)

Элемент	Сигнализатор	Определение
21	$R_E R_{Lo} R_{iso} \Delta T I_{\Delta}$ 	Указывает на выбранное положение поворотного регулятора. Значение измерения на главном дисплее также соответствует положению регулятора.
22	RCD ✓	Обозначает, что измеренный ток размыкания (измерение тока размыкания) или измеренное время размыкания (измерение времени размыкания) соответствуют определенному стандарту УЗО. Дополнительную информацию см. в таблице <i>Время размыкания УЗО</i> в разделе <i>Характеристики</i> данного руководства.
23		Символ указателя клеммы (○). Символ указателя клеммы с точкой (⊙) в центре указывает на то, что для выбранной функции требуется данная клемма. Имеются следующие клеммы: <ul style="list-style-type: none"> • L (Цепь) • PE (Защитное заземление) • N (Нулевая точка)
		Стрелки выше или ниже символа указателя клемм указывают на обратную полярность. Проверьте соединение или проводку, при необходимости исправьте.
		Значок "X" на символе указателя клеммы обозначает повреждение данного провода, измерительного провода и/или установочного провода.
24		Наличие высокого напряжения.
25		Выполняется обмен данными с ПК.
26		Отображается, когда провода успешно обнулены. После процедуры обнуления загорается значок, указывающий на то, что для выбранных входных клемм сохранено нулевое значение. Используется только для проверок целостности или контура.
27		Радиосвязь включена. Если значок  постоянно мигает, прибор 1664 FC ищет подключение. Если значок мигает с интервалами 5 с, прибор 1664 FC подключен к приложению Fluke Connect. Дополнительную информацию о системе Fluke Connect см. на стр 68.

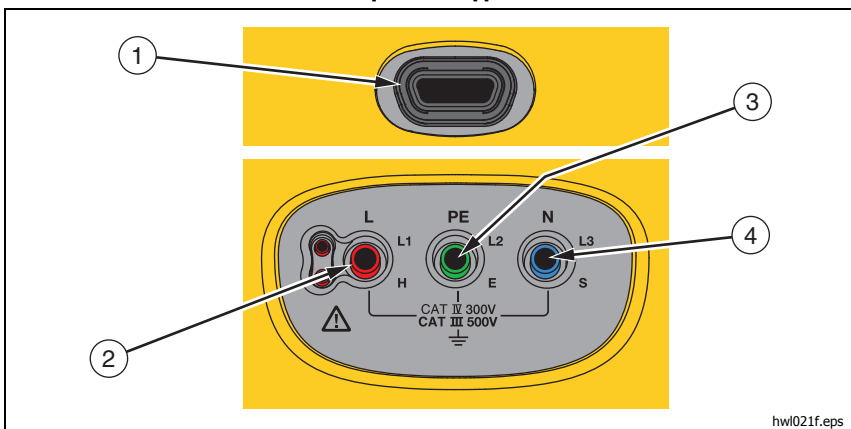
Входные клеммы

В Таблице 8 представлены входные клеммы.

⚠⚠ Предупреждение

Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм запрещается использовать измерительные провода в условиях CAT III и CAT IV без установленного защитного колпачка. Защитный колпачок сокращает неизолированную металлическую поверхность щупа до < 4 мм. Это снижает вероятность возникновения вспышки дуги в результате короткого замыкания.

Таблица 8. Входные клеммы



hw021f.eps

Элемент	Описание
①	ИК-порт
②	L/L1/H (Фаза)
③	PE/L2/E (Защитное заземление)
④	N/L3/S (Нейтраль)

ИК-порт (инфракрасный) позволяет подключать Тестер к компьютеру и загружать данные проверки, используя программное обеспечение для ПК Fluke. Это программное обеспечение позволяет собирать, упорядочивать и отображать данные проверки в формате, который соответствует вашим требованиям. Дополнительную информацию об использовании ИК-порта см. в разделе *Загрузка результатов проверки*.

Коды ошибок


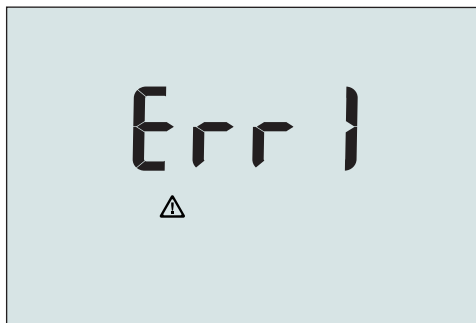
В случае обнаружения Тестером различных состояний ошибки на главном дисплее отображаются значки , **Err** и соответствующий код ошибки. См. таблицу 9. Состояния ошибки отключают или останавливают проверку.

Таблица 9. Коды ошибок

Состояние ошибки	Код	Устранение ошибки
Ошибка самотестирования	1	Верните Тестер в сервисный центр Fluke. На вспомогательном дисплее отображается дополнительный код: 1: Не удается установить связь с аналоговой платой 2: Ошибки рабочих переменных аналоговой платы 4: Ошибка предохранителя 1 8: Ошибка предохранителя 3 (на дисплее отображается "FUSE") 16: Идентификатор аналоговой платы не соответствует ожидаемому значению 32: Цифровой кратковременный отказ CRC 64: Аналоговый кратковременный отказ CRC
Перегрев	2	Подождите, пока Тестер охладится.



арх032f.eps

Таблица 9. Коды ошибок (продолжение)

Состояние ошибки	Код	Устранение ошибки
Напряжение разряда	4	Проверьте напряжение между N и PE. УЗО, проверка розетки, значение U_1 превышено. Проверка контура без размыкания >10 В.
Высокий уровень шума	5	Отключите все устройства (измерения контура, УЗО) или переместите заземляющие стержни (измерение заземления).
Повышенное сопротивление датчика	6	Вставьте стержни глубже в грунт. Утрамбуйте грунт вокруг стержней. Полейте водой грунт вокруг стержня, но не на проверяемое заземление.
Память для хранения данных	9	Несогласованность памяти для хранения данных. Загрузите и сохраните все данные в ПК и очистите всю память в Тестере. Если ошибка не устранена, верните Тестер в сервисный центр Fluke.

Опции, доступные при включении питания
























Для выбора опции при включении одновременно нажмите кнопку  и кнопку функции, затем отпустите кнопку . Описание доступных опций см. в Таблице 10. Опции, доступные при включении питания Тестера, запоминаются при его выключении.

Таблица 10. Опции, доступные при включении питания

Кнопка	Опция при включении	Описание
 	Версия прошивки	Включите Тестер, нажмите и удерживайте кнопку  в течение >3 с. Версия прошивки отобразится, когда вы отпустите кнопку  .
 	Включение режима IT	В режиме IT выполнение проверки цепи и проверки УЗО разрешено даже в том случае, если напряжение N-PE выше 25 В / 50 В. Настройка по умолчанию — IT OFF (IT Выкл.).
 	Включение режима смены фазы и нейтрали	<p>Настройте Тестер на работу в режиме L-n или L-n n-L, см. рис. 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> В режиме L-n НИКОГДА нельзя менять местами проводники фазы L и N. Это требование для Великобритании и других регионов. Если проводники системы L и N перепутаны и выполнение проверки запрещено, на дисплее отображается значок . Прежде чем продолжать, необходимо выяснить, в чем заключается причина неисправности системы, и устранить ее. Кроме того, в режиме L-n продолжительность "УЗО x1/2 времени размыкания" устанавливается на значение 2000 мс в соответствии с требованиями для Великобритании. В режиме L-n n-L прибор разрешает поменять местами фазовые проводники L и N, и проверка будет продолжена. <p><i>Примечание</i> <i>В регионах, где используются поляризованные вилки и розетки, значок с переставленными местами проводами () может свидетельствовать о неправильной разводке розетки. Прежде чем продолжать выполнение каких-либо проверок, необходимо устранить данную проблему.</i></p> <p>Настройка по умолчанию для Великобритании — L-n. В других странах настройкой по умолчанию является L-n n-L.</p>

**Таблица 10. Опции, доступные при включении питания
(продолжение)**

Кнопка	Опция при включении	Описание
 	Предел напряжения короткого замыкания	Переключает напряжение короткого замыкания между значениями 25 В и 50 В. Значение по умолчанию — 50 В.
 	Серийный номер	Главный дисплей показывает первые четыре цифры, а вспомогательный дисплей показывает следующие три цифры.
 	Звуковой сигнал для проверки целостности цепи	Включение и выключение звукового сигнала. Настройка по умолчанию — bEEP on (Звуковой сигнал включен).
 	Автоматический запуск	Переключатель автоматического запуска проверки. Одновременно нажмите на кнопку  и на указатель ВВЕРХ . Если данный параметр включен, прибор запускает проверку УЗО или контура при обнаружении напряжения сети. Нажатие кнопки  не требуется. Настройка по умолчанию — AUST oFF (Автоматический запуск выключен).
	0 Гц/128 Гц	Переключение частоты измерения для проверки контура без размыкания. Одновременно нажмите на кнопку  и на указатель ВНИЗ . Используйте значение 0 Гц, если проверяемое УЗО обладает высоким импедансом с более высокой частотой. Значение по умолчанию равно 128 Гц. <i>Примечание</i> <i>Значение 0 Гц недоступно в последовательности автоматической проверки.</i>

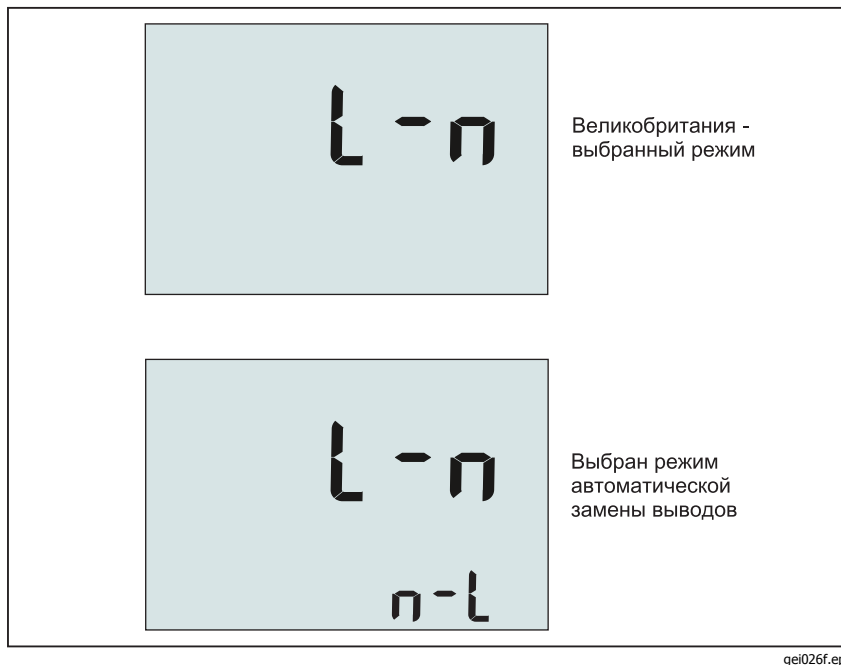


Рис. 1. Режимы переключения положения проводов

Обнуление измерительных проводов

⚠⚠ Предупреждение



Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм запрещается работать в условиях CAT III и CAT IV без установленного защитного колпачка. Защитный колпачок сокращает неизолированную металлическую поверхность щупа до <4 мм. Это снижает вероятность возникновения вспышки дуги в результате короткого замыкания.

Измерительные провода обладают небольшим собственным сопротивлением, которое может повлиять на измерение. Перед выполнением проверки целостности цепи или импеданса контура воспользуйтесь нулевым адаптером, чтобы компенсировать или обнулить измерительные провода или шнур питания от сети. Для дополнительной информации о нулевом адаптере см. рис. 2 и рис. 3.

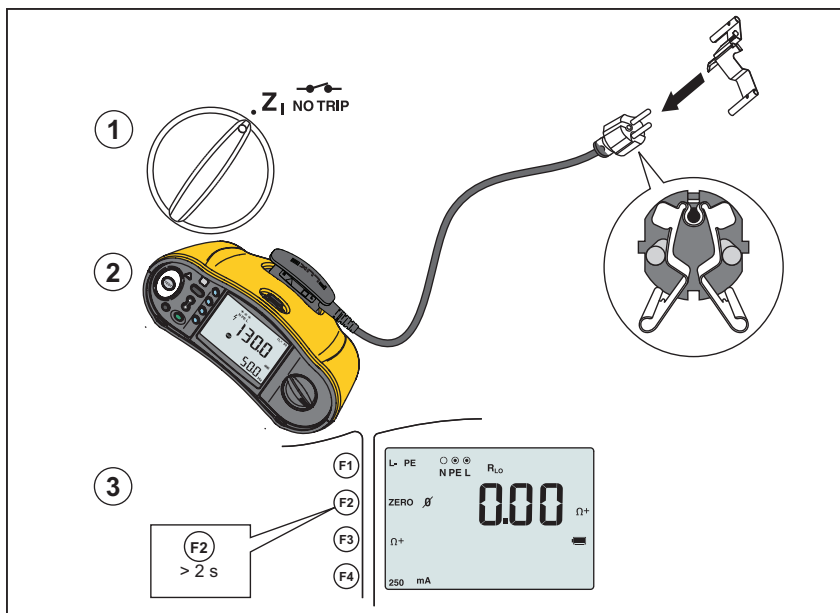
Тестер сохраняет отдельное нулевое значение для каждого диапазона целостности и проверок импеданса контура. Уникальный нуль сохраняется для каждого сочетания проводов каждой функции, допустимой в режиме

обнуления. Когда для выбранного сочетания проводов сохраняется нулевое значение, появляется сигнализатор \emptyset . Для каждого диапазона целостности нулевые значения действительны для обеих полярностей.

Для обнуления:

1. Установите поворотный регулятор в положение Z_1 , Z_1  или R_{LO} .
2. Для R_{LO} нажмите $(F4)$, чтобы выбрать диапазон 10 мА или 250 мА. Отдельное нулевое значение сохраняется для каждого диапазона.
3. Подключите шнур питания от сети (или измерительные провода) к Тестеру и нулевому адаптеру. Функция R_{LO} позволяет обнулить два или три измерительных провода.
4. Нажмите и удерживайте кнопку $(F2)$ от 2 до 6 секунд, пока не появится сигнализатор \emptyset , а на главном дисплее не отобразится значение смещения. Каждым завершенным нулевым значением подается звуковой сигнал.

Тестер измеряет сопротивление провода, сохраняет полученное значение и вычитает его из показаний. Значение сопротивления сохраняется при выключении питания. Если Тестер выполняет ту же функцию с теми же измерительными проводами или шнуром питания от сети, повторять операцию обнуления не нужно.

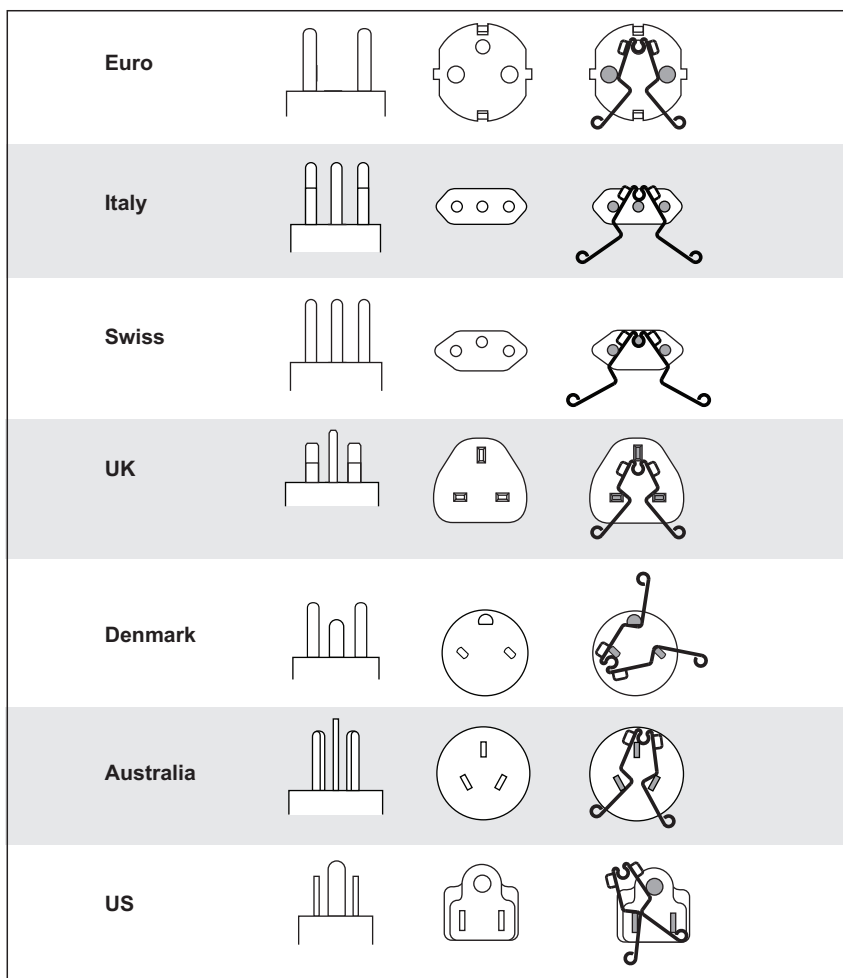


hw1058.eps

Рис. 2. Отображение нуля

5. Если отображаемое показание $>3,0\ \Omega$:
- Для проверки контура (Z_1) убедитесь, что все 3 провода подключены.
 - Для проверки целостности (R_{L0}) убедитесь, что все 3 провода подключены.
 - Для обнуления 2 проводов в функции R_{L0} нажмите F_1 , чтобы выбрать закороченные провода, после чего отобразится сигнализатор подтверждения \checkmark .
 - Проверьте наличие поврежденных проводов.

Если напряжение батареи тестера слишком низкое, на дисплее отобразится **Lo BATT** и Тестер не будет выполнять обнуление.



f03.eps

Рис. 3. Конфигурации нулевого адаптера для разных стран

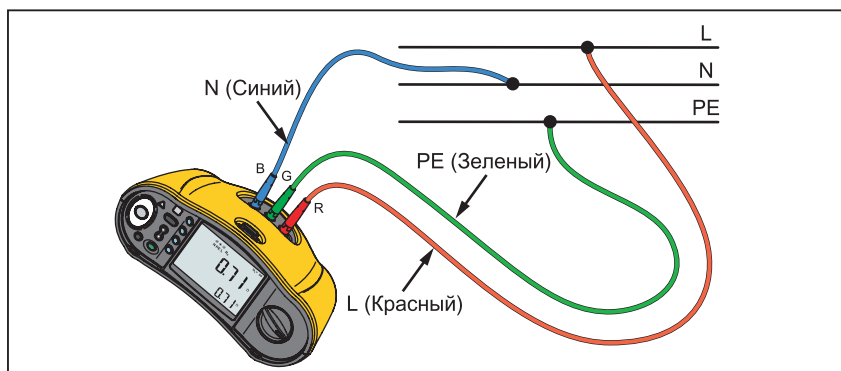
Примечание

Убедитесь в хорошей зарядке батарей перед обнулением измерительных проводов.

Предварительное тестирование безопасности при измерении сопротивления изоляции

Модель 1664 FC оснащена функцией предварительного тестирования безопасности, которая позволяет обнаруживать любые приборы, подключенные к проверяемой цепи. Функция предварительного тестирования безопасности выдает предупреждение перед началом проверки и позволяет предотвратить повреждение приборов испытательным напряжением.

Чтобы использовать функцию предварительного тестирования безопасности, Тестер должен быть подключен к фазе (клемма L), нейтрали (клемма N) и линии защитного заземления (клемма PE). См. рис. 4. В качестве руководства Тестер отображает все три черные точки на сигнализаторе клемм. При использовании провода для проверки питания от сети на розетке питания от сети это условие всегда является истинным, если розетка питания от сети правильно подключена.



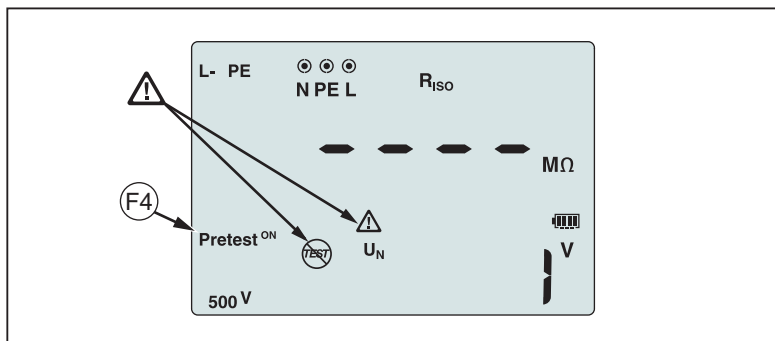
gei024.eps

Рис. 4. Соединение для функции предварительного тестирования безопасности

⚠ Предостережение

Функция предварительного тестирования безопасности работает надежно, только когда клемма L подключена к фазе, клемма N к нейтральной линии, а клемма PE к линии PE.

Если тестер обнаружит, что подключено какое-либо устройство, проверка сопротивления изоляции будет остановлена и на дисплее появится экран, представленный на рис. 5.



hwi054.eps

Рис. 5. Экран функции предварительного тестирования безопасности

Чтобы продолжить проверку сопротивления изоляции и отменить предупреждение, нажмите (F3), чтобы отключить предварительное тестирование.

⚠ Предостережение

Если отменить предупреждение о предварительном тестировании безопасности и продолжить работу, испытательное напряжение может повредить любое подключенное оборудование.

Для перезапуска предварительного тестирования нажмите (F3) еще раз, чтобы включить предварительное тестирование.

Измерения

Эти тестеры осуществляют измерение и проверку:

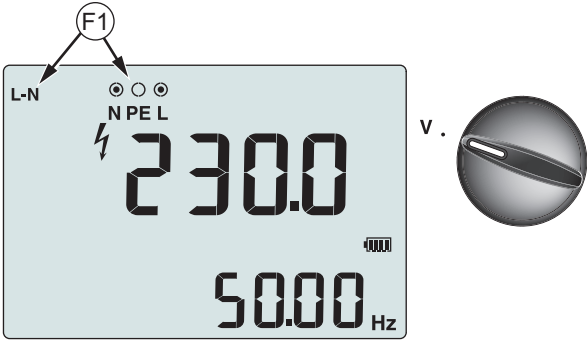

- Напряжения и частоты
- Сопротивления изоляции (EN61557-2)
- Электропроводности (EN 61557-4)
- Сопротивления контура/цепи (EN 61557-3)
- Времени размыкания устройства защитного отключения (УЗО) (EN61557-6)
- Тока размыкания УЗО (EN 61557-6)
- Чередувание фаз (EN61557-7) *только 1663 и 1664 FC*
- Сопротивления заземления (EN 61557-5)

Измерение напряжения и частоты

Для измерения напряжения и частоты:

1. Установите поворотный регулятор в положение V. См. таблицу 11.

Таблица 11. Дисплей/регулятор напряжения и настройки клемм

				
	hw1002.eps			
Кнопка	Действие	1664 FC	1663	1662
F1	Выбор входа:  N PE L / N PE L / N PE L	•	•	•
F3	Показать уровень заряда батареи на вспомогательном дисплее	•	•	•

2. Для данной проверки выберите любую пару (красная, синяя или зеленая) клемм. При измерении напряжения переменного тока можно использовать измерительные провода или провод для проверки питания от сети.
 - На главном дисплее отображается напряжение переменного тока. Тестер измеряет напряжение переменного тока до 500 В. Нажимайте F1 , чтобы переключать измерение напряжения между L-PE, L-N, и N-PE.
 - На вспомогательном дисплее отображается частота питающей сети.

Примечание

Отображаемые значения напряжения являются верными только в том случае, если выбранные измерительные провода (включая установочные провода) подключены и не повреждены.

3. Для отображения уровня заряда батареи нажмите и удерживайте кнопку F3 . На главном дисплее отображается **BATT**. На вспомогательном дисплее отображается напряжение батареи.




Измерение сопротивления изоляции

⚠⚠ Предупреждение

Во избежание поражения электрическим током измерения должны выполняться только на обесточенных цепях.


Для измерения сопротивления изоляции:

1. Установите поворотный регулятор в положение R_{ISO} . См. таблицу 12.

2. 1664 FC: Выберите пару измерительных проводов для использования с  и используйте соответствующие клеммы для данной проверки. Также можно использовать провод для проверки питания от сети.
1662/1663: Для данной проверки используйте клеммы L и PE (красную и зеленую).
3. Нажмите , чтобы выбрать испытательное напряжение. Большинство проверок сопротивления изоляции проводятся при напряжении 500 В, тем не менее необходимо всегда обращать внимание на местные требования к проверкам.
4. 1664 FC: Чтобы включить предварительное тестирование безопасности, нажмите .

Предостережение

Функция предварительного тестирования безопасности работает надежно, только когда клемма L подключена к фазе, клемма N к нейтральной линии, а клемма PE к линии PE.

5. Нажмите и удерживайте кнопку  до тех пор, пока не установится считываемое значение, и Тестер не издаст звуковой сигнал:
 - На главном дисплее отображается сопротивление изоляции.
 - На вспомогательном дисплее отображается фактическое испытательное напряжение.

Выполнение проверок запрещено, если в линии обнаруживается напряжение.

Примечание

Для нормальной изоляции с высоким сопротивлением значение выходного напряжения (U_D) всегда должно быть равным или превышающим запрограммированное значение напряжения. В противном случае проверьте соединения, провода и предохранители Тестера. В случае низкого сопротивления изоляции испытательное напряжение автоматически снижается, чтобы ограничить испытательный ток до безопасного уровня.

Измерение целостности

Проверка целостности цепи используется для того, чтобы убедиться в целостности соединений путем проведения измерения сопротивления с высоким- разрешением. Это очень важно при проверке соединений защитного заземления. На измерения могут неблагоприятно повлиять импедансы, параллельные цепи или переходные токи.

Примечание

Если электрические цепи расположены в кольцевой проводке, Fluke рекомендует выполнять проверку кольцевой проводки от одного конца до другого на электрическом щите.

Предупреждение

Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм измерения должны выполняться только на обесточенных цепях.

Для измерения целостности цепи:

1. Установите поворотный регулятор в положение R_{LO} . См. таблицу 13.
2. 1663/1664 FC: Выберите пару измерительных проводов для использования с F1 и используйте соответствующие клеммы для данной проверки.

1662: Для данной проверки используйте клеммы L и PE (красную и зеленую).

Этот вариант предназначен для выполнения проверок на кольцевой проводке или для проверки соединения между защитным заземлением и нейтралью на розетке питания от сети. Во избежание размыкания УЗО используйте испытательный ток 10 мА.

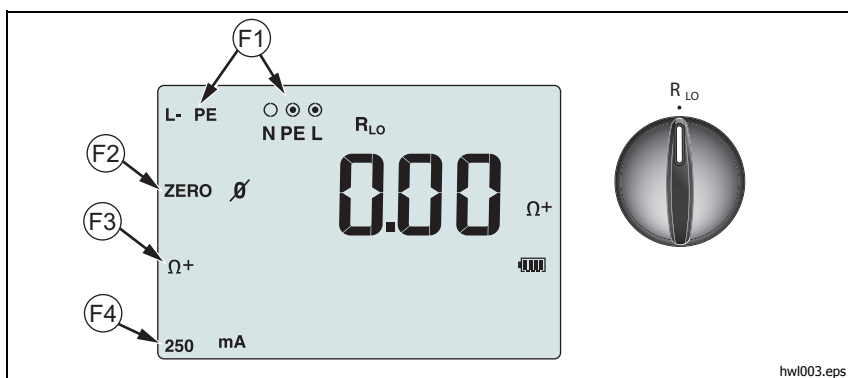
3. Нажмите F3 , чтобы выбрать полярность испытательного тока.
"+" означает положительный ток. "-" означает отрицательный ток.
При варианте \pm измерение выполняется с обеими полярностями. Среднее значение между положительным и отрицательным результатами отображается на главном дисплее. Если для параметра полярности выбрать вариант \pm , положительный результат будет отображаться на вспомогательном дисплее. Чтобы переключаться между положительным и отрицательным промежуточными результатами, нажимайте F4 .
4. Нажмите F4 , чтобы выбрать максимальный испытательный ток. Чтобы не допустить размыкания УЗО, используйте настройку 10 мА для проверки кольцевой проводки, куда входит нейтральный провод или провод фазы.

5. Обнулите измерительные провода, если это еще не сделано. Дополнительную информацию см. в разделе *Обнуление измерительных проводов*.

Если напряжение батареи тестера слишком низкое, на дисплее отобразится **Lo BATT** и Тестер не будет выполнять обнуление.

6. Нажмите и удерживайте **TEST** до установки показаний прибора. Если звуковой сигнал для проверки целостности включен, Тестер будет издавать повторные звуковые сигналы для измеряемых значений $< 2 \Omega$. При измеряемых значениях $> 2 \Omega$ Тестер не издает звуковых сигналов.

Таблица 13. Дисплей/регулятор нуля целостности и настройки клемм




hw1003.eps

Кнопка	Действие	1664 FC	1663	1662
F1	Выбор входа: $\odot \odot \odot \odot \odot \odot \odot \odot \odot$ N PE L' N PE L' N PE L	•	•	
	Выбор входа: $\odot \odot \odot$ N PE L			•
F2	Обнуление смещения сопротивления измерительного провода	•	•	•
F3	Выбор полярности испытательного тока	•	•	•
F4	Выбор максимального испытательного тока: 10 мА или 250 мА	•	•	•
TEST	Начало выбранной проверки	•	•	•


Если цепь находится под напряжением, выполнение проверки запрещено и на вспомогательном дисплее отображается значение напряжения переменного тока.

Измерение импеданса контура/линии


Импеданс контура (между фазой и защитным заземлением L-PE)

Импеданс контура представляет собой импеданс источника, измеряемый между фазой (L) и защитным заземлением (PE). Можно определить предполагаемый ток короткого замыкания на землю (PEFC). PEFC — это ток, который может потенциально проходить в случае, если проводник фазы закорочен на проводник защитного заземления. Тестер рассчитывает PEFC путем деления измеренного напряжения в сети на импеданс контура. Функция импеданса контура подает испытательный ток, который идет на землю. При наличии УЗО в цепи они могут размыкаться. Чтобы избежать размыкания, выберите с помощью поворотного регулятора функцию Z_1 . При проверке без размыкания выполняется специальная проверка, которая не допускает размыкания УЗО в системе. Если вы уверены, что в цепи отсутствуют УЗО, можно использовать функцию для высокого тока Z_1 — это обеспечит более быструю проверку с меньшим числом помех.

Примечание

При обратном положении клемм L и N Тестер автоматически переставит их внутренним способом и продолжит выполнение проверки. Это состояние обозначается с помощью стрелок над или под символом указателя клеммы . Если Тестер настроен для использования в Великобритании, автоматического переключения клемм L и N не произойдет и проверка остановится.

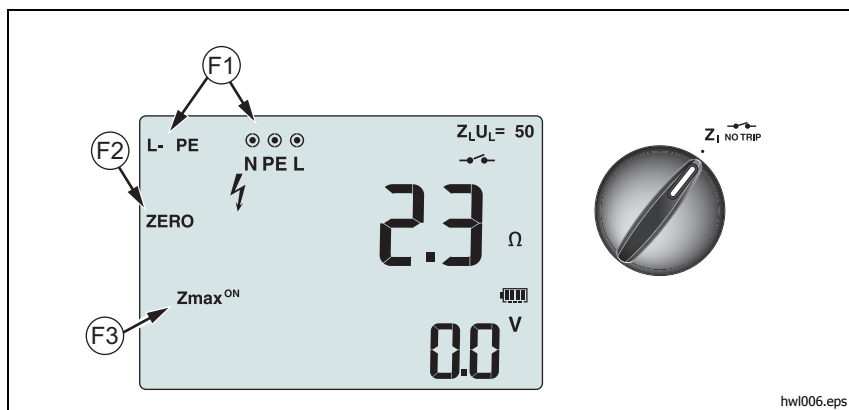
Советы:

- Используйте положение Z_1  для измерений контура.
- Предварительно загруженные параметры могут стать причиной разъединения УЗО.
- УЗО с номинальным током разряда в 10 мА будет отключено.
- Для проверки импеданса контура в цепи с УЗО 10 мА см. раздел "Приложения".

Чтобы измерить импеданс контура в режиме без размыкания для L-PE:

1. Установите поворотный регулятор в положение Z_1 NO TRIP. См. таблицу 14.

Таблица 14. Импеданс контура/линии/регулятор и настройки клемм



hw1006.eps

Кнопка	Действие			
		1664 FC	1663	1662
F1	Выбор входа: $\odot \circ \odot \odot \odot$ N PE L, N PE L	•	•	•
F2	Обнуление смещения сопротивления измерительного провода	•	•	•
F3	Включение и выключение Zmax	•	•	
TEST	Начало выбранной проверки	•	•	•

2. Нажмите кнопку F1 для выбора L-PE. На дисплее отображаются индикаторы Z_L и $\rightarrow \leftarrow$.

3. Подключите и обнулите измерительные провода или шнур питания от сети. Дополнительную информацию об обнулении измерительных проводов см. на стр. 22.
4. На моделях 1663 и 1664 FC нажмите F_3 , чтобы включить монитор Zmax. Если функция Zmax включена, последующие измерения будут сравниваться. На вспомогательном дисплее отображается максимальное значение Z_L (или Z_I , если F1 = L-N), пока функция Zmax не будет выключена.
5. Подключите все три провода к клеммам L, PE и N проверяемой системы или подключите провод для проверки питания от сети к проверяемой розетке.
6. Коснитесь сенсорной панели и посмотрите на предупреждение Δ на передней панели. Дополнительную информацию см. в разделе *Функции обеспечения безопасности*.
7. Нажмите и отпустите кнопку TEST . Если функция автоматического запуска (опция, доступная при включении питания: ON + вверх на ON) включена, проверка начнется автоматически, как только будет обнаружено напряжение в сети и будут подключены необходимые измерительные провода.
8. Подождите окончания проверки. На главном дисплее отображается импеданс контура.
На вспомогательном дисплее отображается значение предполагаемого тока короткого замыкания на землю в амперах или килоамперах.
9. Нажмите вниз ON , чтобы отобразить Zmax, если эта функция включена. Нажмите вниз ON несколько раз, чтобы отобразить значения PSC, Zmax, Z_L и R_E .
10. Нажмите вниз ON еще раз, чтобы отобразить значение Z_I .

Для завершения этой проверки понадобится несколько секунд. Если во время выполнения проверки отключить сетевое питание, проверка автоматически остановится.



Примечание

Предварительная нагрузка на проверяемой цепи может привести к возникновению ошибок. Если при измерении возникают слишком большие помехи, на дисплее отобразится сообщение "Err 5". (Помехи снижают точность измеренного значения). Нажмите кнопку ON , чтобы показать измерение. Нажмите ON , чтобы вернуться к отображению сообщения "Err 5". Если на Тестере отображается 0,00 Ω , вспомните о том, что идеальной цепи не бывает, и проверьте настройки. Убедитесь, что провода правильно подключены к прибору и обнулены, а предохранитель исправен.


Импеданс контура (Режим размыкания по высокому току)

Чтобы измерить импеданс контура – в режиме размыкания по высокому току:

Если в проверяемой системе отсутствуют УЗО, можно использовать проверку импеданса контура для высокого тока между фазой и защитным заземлением (L-PE).

1. Установите поворотный регулятор в положение Z_1 . Значок  на дисплее обозначает, что выбран режим размыкания по высокому току.
2. Подключите провода к клеммам L и PE (красная и зеленая) Тестера.
3. Нажмите кнопку $F1$ для выбора L-PE или L-N.
4. Только 1664 FC, нажмите $F4$, чтобы выбрать между разрешением Ω и $m\Omega$ для результатов проверки. Выполнение проверки с разрешением в $m\Omega$ занимает от 30 до 60 секунд.
5. Обнулите измерительные провода. Для проверки контура (Z_1) убедитесь, что все 3 провода закорочены.
6. Дополнительную информацию об обнулении измерительных проводов см. на стр. 22.
6. Только на моделях 1663 и 1664 FC нажмите $F3$, чтобы включить монитор Z_{max} .

Если функция Z_{max} включена, последующие измерения будут сравниваться. На вспомогательном дисплее отображается максимальное значение Z_L (или Z_i , если $F1 = L-N$), пока функция Z_{max} не будет выключена. Значение Z_{max} сохраняется при сохранении результата проверки. Если перед сохранением изменить поля местоположения a, b или c, фактическим результатом проверки станет новое значение Z_{max} . Тестер сохраняет значение Z_{max} между проверками тока Z_1 без размыкания и Z_1 высокого тока.

7. Подключите провода к клеммам L и PE проверяемой системы или подключите провод для проверки питания от сети к проверяемой розетке.
8. Коснитесь сенсорной панели и посмотрите на предупреждение  на передней панели.
9. Нажмите и отпустите кнопку $TEST$. Если функция автоматического запуска (опция, доступная при включении питания: \odot + вверх на ?)


включена, проверка начнется автоматически, как только будет обнаружено напряжение в сети и будут подключены необходимые измерительные провода.

10. Подождите окончания проверки. На главном дисплее отображается импеданс контура.

На вспомогательном дисплее отображается значение предполагаемого тока короткого замыкания на землю (PEFC) в амперах или килоамперах.

11. Если функция Z_{\max} включена, нажмите вниз на \updownarrow , чтобы отобразить значение Z_{\max} на вспомогательном дисплее.

Предупреждение

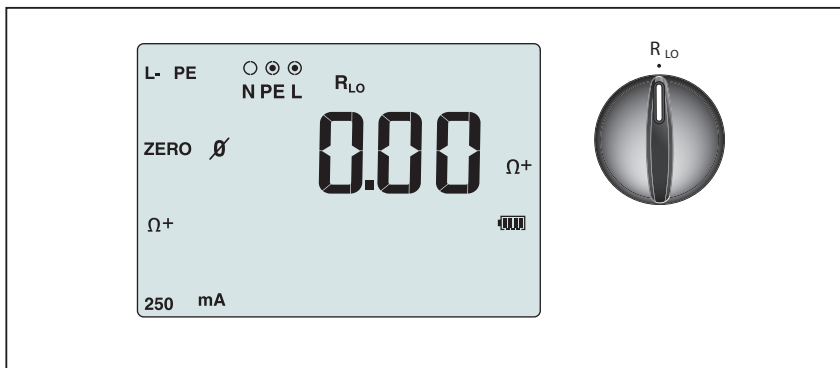
Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм убедитесь в отсутствии УЗО. Символ  на дисплее обозначает режим контура высокого тока. Любые УЗО в системе будут разомкнуты.

Примечание

Тестер может отображать результат проверки даже при размыкании УЗО, если время размыкания составляет >10 мс. Поскольку измерение проводилось в течение короткого периода времени, результат проверки не соответствует опубликованной характеристике. Если на Тестере отображается 0,00 Ω , вспомните о том, что идеальной цепи не бывает, и проверьте настройки. Убедитесь, что провода правильно подключены к прибору и обнулены, а предохранитель исправен.

Импеданс контура при измерении в системе IT

Для измерения импеданса контура на розетке питания от сети переведите Тестер в режим IT (опция, доступная при включении питания: $\textcircled{1}$ + $\textcircled{F2}$). В режиме IT Тестер принимает любое напряжение между N и PE, но проверка контура осуществляется только в режиме размыкания по высокому току. См. рис. 6.



hw1055.eps

Рис. 6. Проверка импеданса контура в системе IT

Импеданс линии

Импеданс линии — это импеданс источника, измеренный между проводниками фазы или между фазой и нейтралью. Эта функция позволяет выполнять следующие проверки:

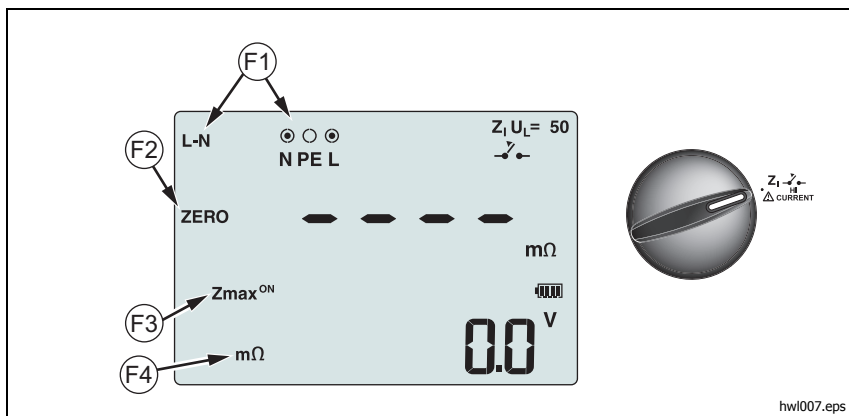
- Импеданс контура между фазой и нейтралью.
- Импеданс между фазами в 3-фазных системах.
- Измерение контура L-PE. Это измерение 2-проводного контура высокого тока. Оно не может использоваться в цепях, защищенных УЗО, поскольку приведет к их размыканию.
- Предполагаемый ток короткого замыкания (PSC). PSC — это ток, который может потенциально проходить в случае, если фазовый проводник закорочен на нейтральный проводник или на другой фазовый проводник. Тестер рассчитывает ток PSC путем деления измеренного напряжения в сети на импеданс линии.

Для измерения импеданса линии:

1. Установите поворотный регулятор в положение Z_{I-TRIP} HI CURRENT (Высокий ток). См. таблицу 15.

2. Подключите красный провод к клемме L (красная), а синий провод к клемме N (синяя) Тестера.
3. Нажмите кнопку (F1) для выбора клеммы L-N.
4. Только 1664 FC, нажмите (F4), чтобы выбрать между разрешением Ω и $m\Omega$ для результатов проверки. Выполнение проверки с разрешением в $m\Omega$ занимает от 30 до 60 секунд.
5. Обнулите измерительные провода. Дополнительную информацию об обнулении измерительных проводов см. на стр. 22.

Таблица 15. Дисплей/регулятор проверки импеданса линии и настройки клемм



hw1007.eps

Кнопка	Действие	1664 FC	1663	1662
(F1)	Выбор входа: $\odot \circ \odot \circ \odot \circ$ N PE L, N PE L	•	•	•
(F2)	Обнуление смещения сопротивления измерительного провода	•	•	•
(F3)	Включение и выключение Zmax	•	•	
(F4)	Выберите точность проверки импеданса контура: Ω , $m\Omega$ (только режим размыкания по высокому току)	•		
(TEST)	Начало выбранной проверки	•	•	•





6. Нажмите (F3), чтобы включить монитор Zmax.

Если функция Zmax включена, последующие измерения будут сравниваться. На вспомогательном дисплее отображается

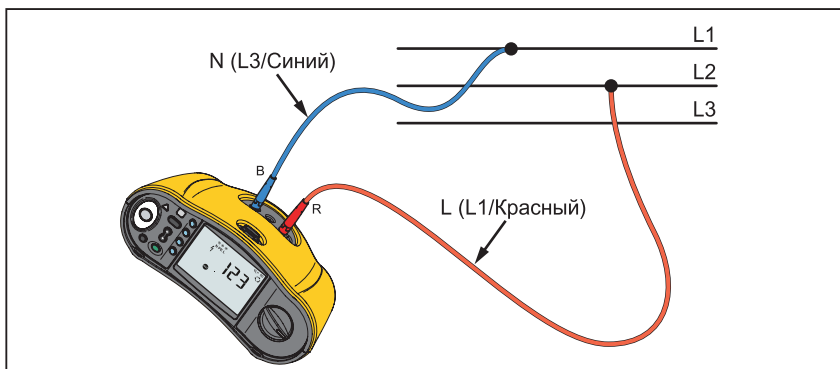
максимальное значение Z_L (или Z_I , если F1 = L-N), пока функция Z_{max} не будет выключена. Значение Z_{max} сохраняется при сохранении результата проверки. Если перед сохранением изменить поля местоположения a, b или c, фактическим результатом проверки станет новое значение Z_{max} .

Примечание

При использовании L-PE произойдет размыкание УЗО в системе.

7. Присоедините провода для однофазной проверки к фазе и нейтрали системы. Для измерения междуфазного импеданса в 3-фазной системе подключите провода к двум фазам.
8. Нажмите и отпустите кнопку . Если функция автоматического запуска (опция, доступная при включении питания:  + вверх на ) включена, проверка начнется автоматически, как только будет обнаружено напряжение в сети и будут подключены необходимые измерительные провода. Подождите окончания проверки.
 - На главном дисплее отображается импеданс линии.
 - На вспомогательном дисплее отображается предполагаемый ток короткого замыкания (PSC).
9. Если функция Z_{max} включена, нажмите вниз на , чтобы отобразить значение Z_{max} на вспомогательном дисплее.

Используйте соединение, показанное на рис. 7, для измерения в 3-фазной системе 500 В.



gei025.eps

Рис. 7. Измерение в 3-фазной системе

Измерения времени размыкания УЗО



При выполнении данной проверки в цепи индуцируется калиброванный ток короткого замыкания, который вызывает размыкание УЗО. Измерительный прибор измеряет и отображает время, необходимое для размыкания УЗО. Данную проверку можно выполнить с использованием измерительных проводов или шнура питания от сети. Данная проверка проводится с цепью под напряжением.

Для выполнения проверки времени размыкания УЗО можно использовать Тестер в автоматическом режиме — это облегчает выполнение проверки одним человеком. Если УЗО имеет специальную настройку номинального тока, которая отличается от стандартных вариантов (10, 30, 100, 300, 500 или 1000 мА), можно использовать пользовательскую настройку в режиме Var.

Примечание

При выполнении измерения времени размыкания УЗО любого типа Тестер сначала определяет, не приведет ли текущая проверка к возникновению напряжения короткого замыкания, превышающего предел (25 В или 50 В). Если приведет, на дисплее отображается ErFC.

Во избежание получения неточного значения времени размыкания для УЗО S-типа (с временной задержкой), между предварительным и фактическим измерениями делается выдержка в 30 секунд. Для данного типа УЗО необходима выдержка, так как он содержит RC-цепь, которую необходимо установить перед проведением всего измерения.

УЗО типа В, В+ () или типа S В, В+ () — это два УЗО, один с режимом работы А/АС, другой с режимом работы типа В. Правильная проверка для типа В возможна только для проверки тока размыкания (пилообразный сигнал). При измерении времени размыкания, даже при выбранном типе В, часть "ас" УЗО может вызвать размыкание из-за начального шага испытательного тока. Fluke рекомендует выполнять одну проверку тока размыкания с типом В и одну проверку с формой сигнала типа А/АС.

 Предупреждение

Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм следуйте данным инструкциям:

- **Перед началом измерений проверьте соединение между проводником N и заземлением. Напряжение между проводником N и заземлением может повлиять на проверку.**
- **На измерения могут повлиять токи утечки в цепи, следующие за устройством защитного отключения.**
- **Выведенное на дисплей значение напряжения разряда касается установленного начального тока УЗО.**
- **Потенциальные поля или другие заземляющие устройства могут повлиять на измерения.**
- **Устройства (двигатель, конденсатор) подключенные на выходе УЗО могут стать причиной значительного увеличения времени размыкания.**

Примечание

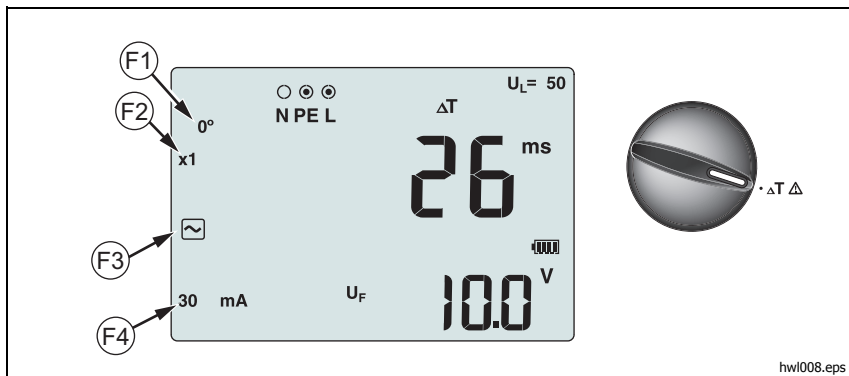
При обратном положении клемм L и N Тестер автоматически переставит их внутренним способом и продолжит выполнение проверок. Если Тестер настроен для работы в Великобритании, проверка остановится и вам будет необходимо определить, почему клеммы L и N переставлены местами. Это состояние обозначается с помощью стрелок над символом указателя клеммы (ⓘⓁⓃ).

УЗО типа A и B не имеют опции 1000 мА. УЗО типа B не имеют опции VAR. При проведении проверки в условиях, которые должны привести к размыканию УЗО, но не приводят (например при показании >310 мс), проверьте соединения, провода и предохранители.

Измерение времени размыкания УЗО:

1. Установите поворотный регулятор в положение ΔT . См. таблицу 16.








Таблица 16. Дисплей/регулятор времени размыкания УЗО и настройки клемм






hw1008.eps

Кнопка	Действие			
		1664 FC	1663	1662
F1	Установка полярности проверки УЗО на значение 0° или 180°	•	•	•
F2	Множитель тока УЗО (x1/2, x1, x5 или Авто).	•	•	•
F3	Выбор УЗО	•	•	•
F4	Настройка тока УЗО на значение 10 мА, 30 мА, 100 мА, 300 мА, 500 мА или Var	•	•	•
TEST	Начало выбранной проверки	•	•	•

- Нажмите кнопку (F4) для выбора настройки тока УЗО (10, 30, 100, 300, 500 или 1000 мА).
- Нажмите кнопку (F2) для выбора коэффициента испытательного тока (x 1/2, x 1, x 5 или Авто). Обычно для данной проверки следует использовать коэффициент x 1.

4. Нажмите кнопку  для выбора колебательного сигнала испытательного тока УЗО.
-  – Переменный ток для измерения типа AC (стандартный переменный ток УЗО) и типа A (импульсный постоянный ток чувствительного УЗО)
 -  – Полуволновой ток для измерения типа A (импульсный постоянный ток чувствительного УЗО)
 -   – Задержка реакции для измерения S-типа AC (время задержки для переменного тока УЗО)
 -   – Задержка реакции для S-типа A (время задержки для импульсного постоянного тока чувствительного УЗО)


1664 FC/1663

-  – Постоянный ток для измерения типа B УЗО
-   – Задержка реакции для S-типа B (УЗО сглаженного постоянного тока с задержкой по времени)

Примечание

*Для УЗО типов F, G, K или R, выберите тип A (ток полупериода). Символ **RCD** (УЗО) ∇ не появляется при короткой задержке, равной 10 мс, для типов G, K и R. Этим типам требуется время размыкания не менее 10 мс.*

УЗО типа B+ проверяются с помощью сглаженного постоянного тока типа B.




5. Нажмите кнопку  для выбора фазы испытательного тока, 0° или 180°. УЗО необходимо проверить с настройками обеих фаз, поскольку их время отклика может значительно различаться.


Примечание



Для УЗО типа B () или S-типа B ( ) необходимо выполнить проверку с настройками обеих фаз.

6. По меньшей мере подключите провода к клеммам L и PE проверяемой системы или подключите провод для проверки питания от сети к проверяемой розетке.

Примечание

Для УЗО типа B () или S-типа B ( ) требуются все три измерительных провода.



7. Нажмите и отпустите кнопку .

Если функция автоматического запуска (опция, доступная при включении питания:  + вверх на ) включена, проверка начнется автоматически, как только будет обнаружено напряжение в сети и будут подключены необходимые измерительные провода.

8. Подождите окончания проверки.
 - На главном дисплее отображается время размыкания.
 - На вспомогательном дисплее отображается напряжение короткого замыкания (падение напряжения на проводе PE), связанное с номинальным остаточным током.
 - Если время размыкания соответствует определенному стандарту для УЗО, на дисплее появляется индикатор **RCD** ✓.
Дополнительную информацию см. в таблице *Время размыкания УЗО* в разделе *Характеристики* данного руководства.

Пользовательская настройка УЗО – режим Var

Чтобы измерить время размыкания УЗО для пользовательской настройки УЗО – режим VAR:

1. Поверните поворотный регулятор в положение ΔT (или $I_{\Delta N}$ для измерения тока размыкания).
2. Нажмите **F4** для выбора номинального тока Var. Ток пользовательской настройки отображается на главном дисплее. Отрегулируйте значение с помощью .
3. Нажмите **F2** для выбора коэффициента испытательного тока. Обычно для этого измерения следует использовать $x 1/2$ или $x 1$.
4. Повторите шаги с 4 по 7 процедуры измерения времени размыкания УЗО.
5. Чтобы просмотреть номинальную настройку, используемую для проверки, нажмите .

Примечание

Максимальное значение силы тока для УЗО типа А – 700 мА. Режим Var не доступен для УЗО типа В.

Время размыкания УЗО в автоматическом режиме

Чтобы измерить время размыкания УЗО в автоматическом режиме:

1. Подключите Тестер к розетке.
2. Установите поворотный регулятор в положение ΔT .
3. Нажмите кнопку **F4** для выбора номинального тока УЗО (10 мА, 30 мА или 100 мА).
4. Нажмите кнопку **F2** для выбора Авторежима.
5. Нажмите кнопку **F3** для выбора колебательного сигнала испытательного тока УЗО.

- По меньшей мере подключите провода к клеммам L и PE проверяемой системы или подключите провод для проверки питания от сети к проверяемой розетке.

Примечание





Для УЗО типа B (≡) или S-типа B (≡ S) требуются все три измерительных провода.

- Нажмите и отпустите кнопку (TEST). Если функция автоматического запуска (опция, доступная при включении питания: Ⓞ + вверх на Ⓢ) включена, проверка начнется автоматически, как только будет обнаружено напряжение в сети и будут подключены необходимые измерительные провода.

Тестер подает номинальный ток УЗО с коэффициентом $1/2x$ в течение времени от 310 до 510 мс (в Великобритании — 2000 мс). Если происходит размыкание УЗО, то проверка прекращается. Если УЗО не размыкается, Тестер меняет фазу и повторяет проверку. Проверка заканчивается в случае размыкания УЗО.

Если УЗО не размыкается, Тестер восстанавливает первоначальную настройку фазы и подает номинальный ток УЗО с коэффициентом $1x$. УЗО должно переключиться, после чего на основном дисплее появятся результаты измерения.




- Верните УЗО в исходное состояние.
- Тестер меняет фазы и повторяет проверку с коэффициентом $1x$. УЗО должно переключиться, после чего на основном дисплее появятся результаты измерения.
- Верните УЗО в исходное состояние.
- Тестер восстанавливает первоначальную настройку фазы и подает номинальный ток УЗО с коэффициентом $5x$ в течение периода времени до 50 мс. УЗО должно переключиться, после чего на основном дисплее появятся результаты измерения.
- Верните УЗО в исходное состояние.
- Тестер меняет фазу и повторяет проверку с коэффициентом $5x$. УЗО должно переключиться, после чего на основном дисплее появятся результаты измерения.

14. Верните УЗО в исходное состояние.
- Для просмотра результатов проверки можно использовать кнопки со стрелками . Первым отображается результат последнего выполненного измерения — измерения тока с коэффициентом 5х. Для перемещения назад, к первой проверке при номинальном токе с коэффициентом 1/2х, нажмите на стрелку вниз на кнопке .
 - Если время размыкания соответствует определенному стандарту для УЗО, на дисплее появляется индикатор RCD . Дополнительную информацию см. в таблице *Время размыкания УЗО* в разделе *Характеристики*.
15. Результаты проверки находятся во временной памяти. Если вы хотите сохранить все результаты проверки, нажмите  и выполните действия, описанные в разделе *Режим памяти* данного руководства.

Измерения тока размыкания УЗО

При этой проверке измеряется ток размыкания УЗО посредством подачи испытательного тока с его последующим постепенным увеличением до момента размыкания УЗО. Для данной проверки можно использовать измерительные провода или провод для проверки питания от сети.


Примечание

Для УЗО типа В () или S-типа В ( ) требуются все три измерительных провода.

Предупреждение

Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм следуйте данным инструкциям:

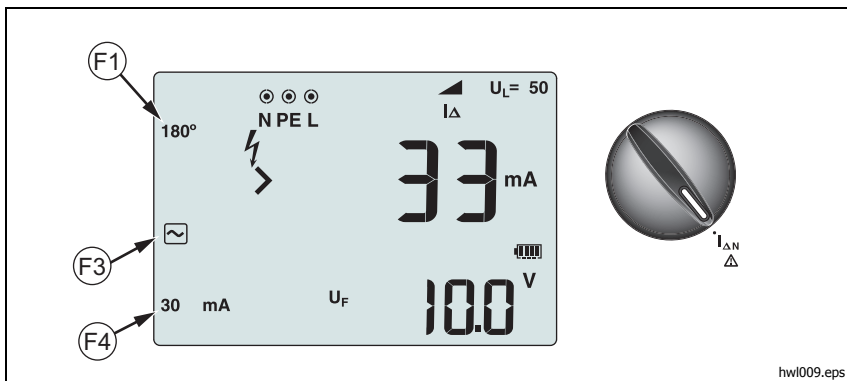
- **Перед началом измерений проверьте соединение между проводником N и заземлением. Напряжение между проводником N и заземлением может повлиять на проверку.**
- **На измерения могут повлиять токи утечки в цепи, следующие за устройством защитного отключения.**
- **Выведенное на дисплей значение напряжения разряда касается установленного начального тока УЗО.**
- **Потенциальные поля или другие заземляющие устройства могут повлиять на измерения.**

При обратном положении клемм L и N Тестер автоматически переставит их внутренним способом и продолжит выполнение проверок. Если Тестер настроен для работы в Великобритании, проверка остановится и вам будет необходимо определить, почему клеммы L и N переставлены местами. Это состояние обозначается с помощью стрелок над символом указателя клеммы (.

Для измерения тока размыкания УЗО:








1. Установите поворотный регулятор в положение $I_{\Delta N}$. См. таблицу 17.

Таблица 17. Дисплей/регулятор тока размыкания УЗО и настройки клемм






Кнопка	Действие	1664 FC	1663	1662
F1	Установка полярности проверки УЗО на значение 0° или 180°	•	•	•
F3	Выбор УЗО	•	•	•
F4	Настройка тока УЗО на значение 10 мА, 30 мА, 100 мА, 300 мА, 500 мА, 1000 мА или Var	•	•	•
TEST	Начало выбранной проверки	•	•	•

2. Нажмите кнопку (F4) для выбора номинального тока УЗО (10, 30, 100, 300, 500, 1000 мА). Если УЗО имеет специальную настройку номинального тока, которая отличается от стандартных вариантов, можно использовать пользовательскую настройку в режиме Var.


3. Нажмите кнопку  для выбора колебательного сигнала испытательного тока УЗО.
-  – Переменный ток для измерения типа AC (стандартный переменный ток УЗО) и типа A (импульсный постоянный ток чувствительного УЗО)
 -  – Полуволновой ток для измерения типа A (импульсный постоянный ток чувствительного УЗО)
 -   – Задержка реакции для измерения S-типа AC (время задержки для переменного тока УЗО)
 -   – Задержка реакции для S-типа A (время задержки для импульсного постоянного тока чувствительного УЗО)

1664 FC/1663




-  – Постоянный ток для измерения типа В УЗО
-   – Задержка реакции для S-типа A (время задержки для постоянного тока УЗО)

Примечание

*Для УЗО типов F, G, K или R, выберите тип A (ток полупериода). Символ **RCD** ✓ не учитывает короткую задержку, равную 10 мс, для типов G, K и R. Этим типам требуется время размыкания не менее 10 мс.*




4. Нажмите кнопку  для выбора фазы испытательного тока, 0° или 180°. УЗО необходимо проверить с настройками обеих фаз, поскольку их время отклика может значительно различаться.


Примечание

Для УЗО типа В () или S-типа В ( ) необходимо выполнить проверку с настройками обеих фаз.


5. По меньшей мере подключите провода к клеммам L и PE проверяемой системы или подключите провод для проверки питания от сети к проверяемой розетке.

Примечание

Для УЗО типа В () или S-типа В ( ) требуются все три измерительных провода.

6. Нажмите и отпустите кнопку . Если функция автоматического запуска включена (опция при включении "Вверх"), проверка начнется автоматически, как только будет обнаружено напряжение в сети и будут подключены необходимые измерительные провода.

Подождите окончания проверки.

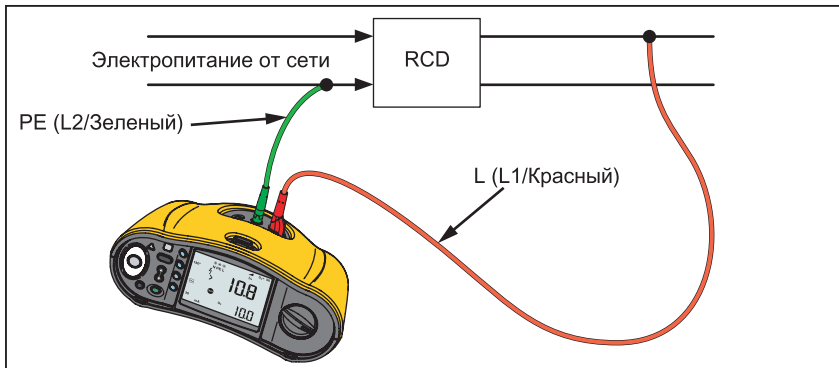
- На главном дисплее отображается ток размыкания УЗО.
- На вспомогательном дисплее отображается напряжение короткого замыкания (падение напряжения на проводе РЕ), связанное с номинальным остаточным током.
- Для форм сигналов типа А и типа АС нажмите , чтобы отобразить время размыкания.
- Если ток размыкания и время размыкания (только УЗО типа А / АС) соответствуют определенному стандарту УЗО, на дисплее отображается **RCD** ✓. Дополнительную информацию см. в таблице *Время размыкания УЗО* в разделе *Характеристики*.

Чтобы измерить ток размыкания УЗО для пользовательской настройки УЗО - в режиме VAR, см. стр. 46.

Проверки УЗО в системах IT

Для проведения проверки УЗО в местах с системами IT требуется специальная процедура, поскольку соединение защитного заземления заземлено локально и не связано напрямую с системой электропитания.

Данная проверка производится на электрическом щите с использованием щупов. Соединения, используемые для данной проверки, изображены на рис. 8.



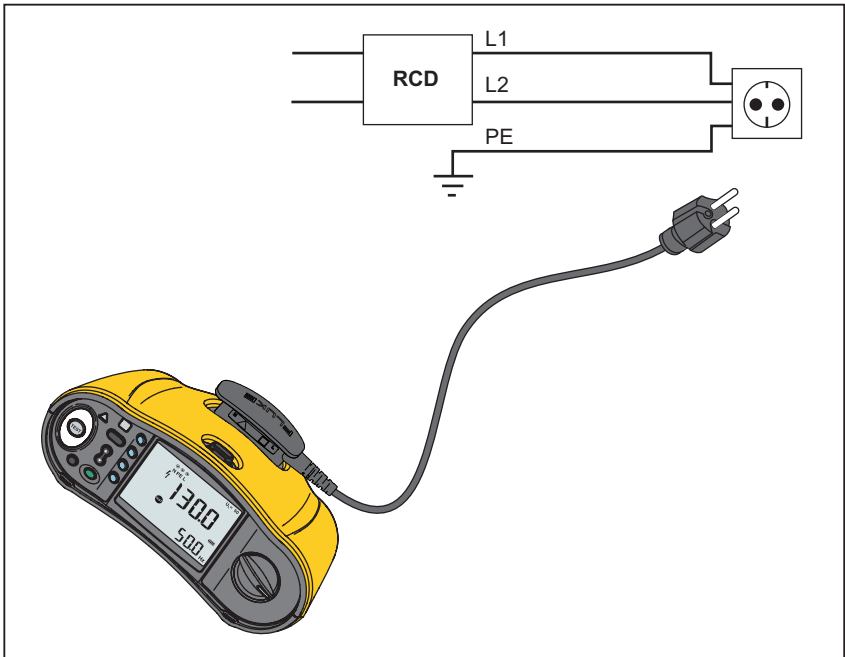
gei023.eps

Рис. 8. Подключение для проверки УЗО на электрических системах IT

Испытательный ток проходит по верхней стороне УЗО на клемму L и возвращается через клемму PE.

Для проверки УЗО на розетке питания от сети переведите Тестер в режим IT (опция, доступная при включении питания: ① + ②). В этом режиме Тестер принимает любое напряжение между N и PE. Непременное условие для проведения измерений времени и тока размыкания заключается в том, что сопротивление системы заземления должно быть достаточно низким для того, чтобы мог проходить испытательный ток.

Если размыкания УЗО не происходит, используйте конфигурацию с одним измерительным проводом. См. рис. 9.



hw1053.eps

Рис. 9. Конфигурация с одним измерительным проводом

Проверки чередования фаз

Для проверки чередования фаз используйте подключение, показанное на рис. 10.

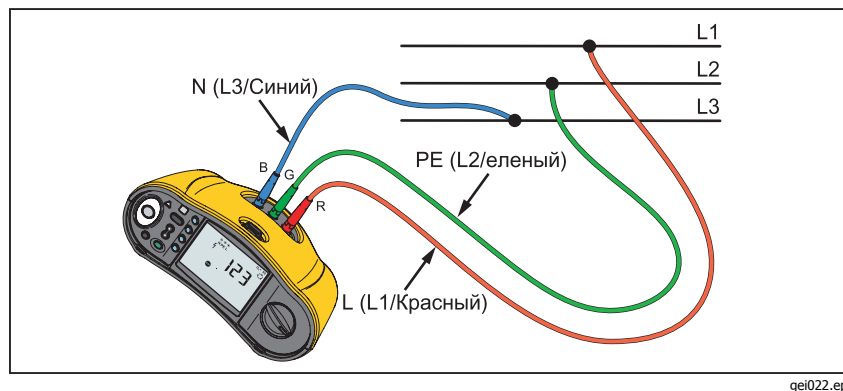


Рис. 10. Подключение для проверки чередования фаз

gel022.eps

Для выполнения проверки чередования фаз:

1. Установите поворотный регулятор в положение . См. рис. 11.

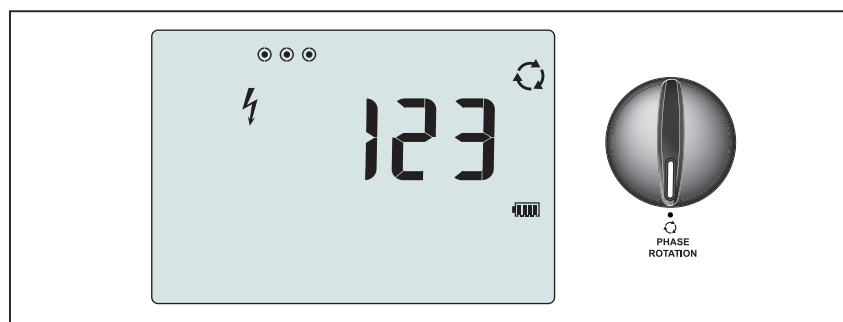


Рис. 11. Дисплей чередования фаз

hw011.eps

2. На главном дисплее отображается:

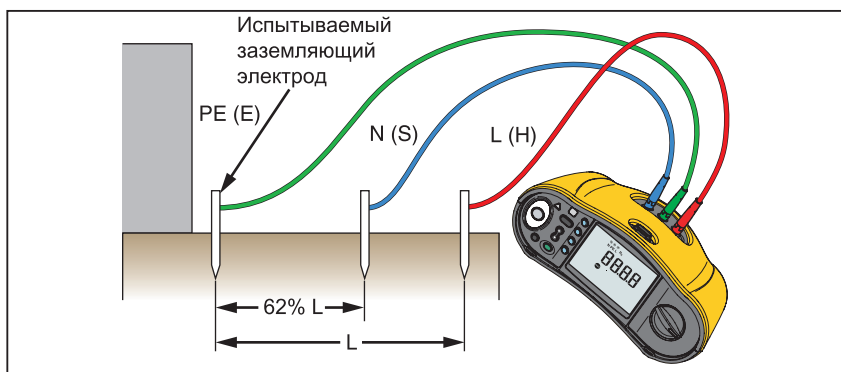
- 123 при правильном чередовании фаз.
- 321 при обратном чередовании фаз.
- Пунктир (---) при обнаружении недостаточного напряжения.

Измерение сопротивления заземления

(1663 и 1664 FC)

Проверка сопротивления заземления представляет собой 3-проводную проверку, в ходе которой используются два измерительных стержня и проверяемый заземляющий электрод. Для данной проверки необходим дополнительный набор стержней. Подсоединение изображено на рис. 12.

- Наилучшая точность достигается в том случае, если средний стержень находится на расстоянии, составляющем 62 % от расстояния до дальнего стержня. Стержни должны располагаться по прямой линии и присоединяться отдельно для того, чтобы избежать их взаимного соединения.
- При выполнении проверки отключите проверяемый заземляющий электрод от электрической системы. Не измеряйте сопротивление заземления на системе под напряжением.



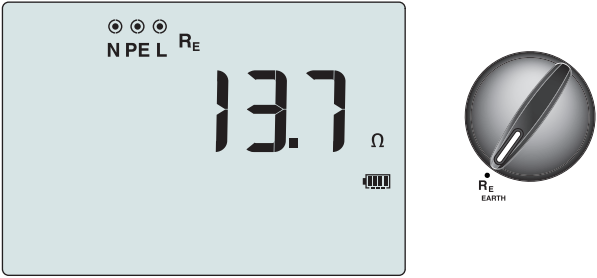

gei014.eps




Рис. 12. Соединение для проверки сопротивления заземления

Для измерения сопротивления заземления:

1. Установите поворотный регулятор в положение R_E . См. таблицу 18.

Таблица 18. Дисплей/регулятор сопротивления заземления и настройки клемм

					hw010.eps				
Кнопка	Действие	1664 FC	1663	1662					
	Начало выбранной проверки	•	•						

2. Нажмите и отпустите кнопку . Подождите окончания проверки.
 - На главном дисплее отображается показание сопротивления заземления.
 - Напряжение, обнаруженное между измерительными стержнями, отображается на вспомогательном дисплее. Если напряжение >10 В, проверка запрещена.
 - Если при измерении возникают слишком большие помехи, на дисплее отобразится сообщение **Err 5**. (Помехи снижают точность измеренного значения). Нажмите кнопку , чтобы показать измерение. Нажмите , чтобы вернуться к отображению сообщения **Err 5**.
 - Если сопротивление щупа слишком высокое, на дисплее отобразится сообщение **Err 6**. Сопротивление щупа можно снизить, если погрузить измерительные стержни глубже в землю или увлажнить землю вокруг измерительных стержней.

Приложения

Данный раздел содержит несколько практических рекомендаций о том, как сделать выполнение проверок более быстрым и эффективным.

Проверка розетки питания от сети и установка кольцевой проводки

Проверить розетку питания от сети — значит проверить наличие напряжения в сети, убедиться, что частота составляет 50 Гц/60 Гц, а также проверить правильность проводки в розетке.

Чтобы правильно выполнить проверку розетки:

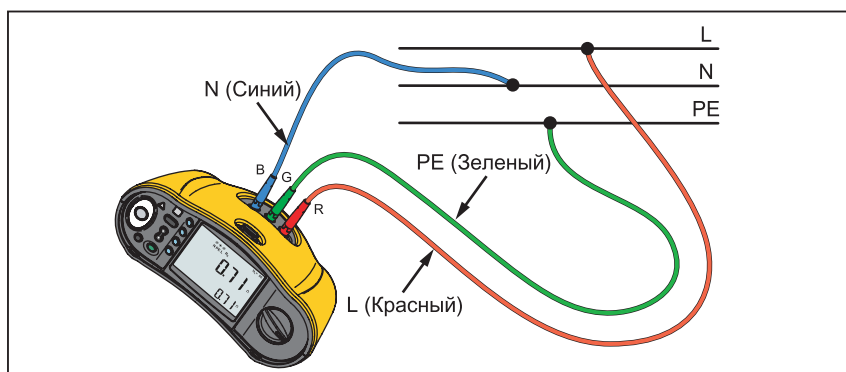
- подключите все измерительные провода (фаза, нейтраль и защитное заземление) к розетке питания от сети
- шнур питания от сети обеспечивает быстрое соединение с розеткой
- всегда касайтесь сенсорной панели вокруг кнопки проверки

При измерении высокого напряжения между двумя проводами на дисплее отображается значок f :

- Если провод PE находится под напряжением и вы касаетесь сенсорной панели, над сенсорной панелью загорается Δ , на дисплее загорается сигнализатор PE и раздается звуковой сигнал.
- При обратном положении клемм L и N на Тестере отображается стрелка над символом указателя клеммы. Тестер автоматически переставляет клеммы внутренним способом и разрешает проведение проверки. При конфигурации для работы в Великобритании Тестер запрещает проведение проверки.
- При обратном положении клемм L и PE на Тестере отображается стрелка под символом указателя клеммы и выполнение проверки запрещается.
- Если на N, PE или на установочном проводе имеется разрыв или повреждение, Тестер отображает соответствующую клемму в виде перечеркнутого круга. Проверка может начаться в том случае, если для данной проверки этот провод не требуется.
- Если время размыкания соответствует определенному стандарту для УЗО, на дисплее появляется индикатор **RCD** ✓. Дополнительную информацию см. в таблице *Время размыкания УЗО* в разделе *Характеристики* данного руководства.

Проверка сопротивления заземления контурным методом

Тестер можно также использовать для измерения составляющей сопротивления заземления в общем сопротивлении контура. Чтобы определить, можно ли использовать данный метод в вашем регионе, изучите местные нормативы. Для выполнения данной проверки можно использовать три провода или провод для проверки питания от сети. При установке 3-х проводного соединения для контурной проверки сопротивления заземления используйте схему подключения, показанную на рис. 13. Перед началом проверки обнулите измерительные провода (см. стр. 22).



gei024.eps

Рис. 13. 3-проводное соединение для контурной проверки сопротивления заземления (режим без размыкания)

О том, как измерить сопротивление заземления в режиме проверки контура без размыкания, см. стр. 35

При необходимости соблюдения местных нормативов можно измерить сопротивление заземления в режиме размыкания по высокому току. О том, как измерить импеданс контура в режиме размыкания по высокому току, см. стр. 37. Во время данной проверки произойдет размыкание любого УЗО. В результате проверки будет входить значение сопротивления фазы, и этим значением можно пренебречь для более высоких значений сопротивления RE. При установке 2-х проводного соединения для контурной проверки сопротивления заземления используйте схему подключения, показанную на рис. 14.

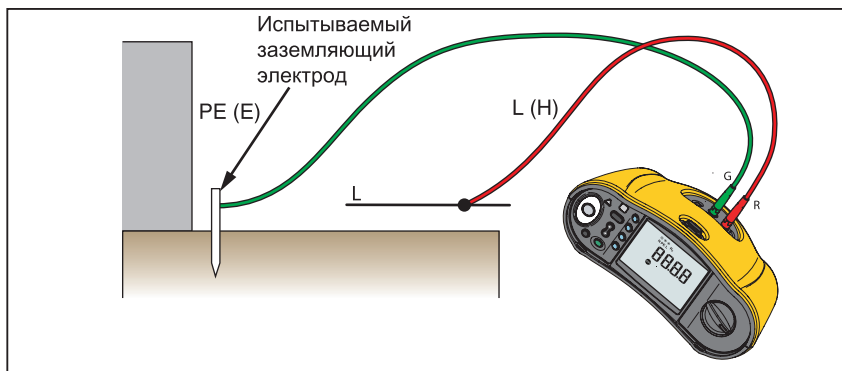


Рис. 14. 2-проводное соединение для контурной проверки сопротивления заземления (режим размыкания по высокому току)

Z_{max}

Z_{max} сравнивает несколько значений импеданса контура/линии и удерживает максимальное значение импеданса. Гнезда на цепи можно проверять последовательно и максимальное значение импеданса удерживается и сохраняется в памяти.


Существует два типа значений Z_{max}: Z_{max} (L-PE) и Z_I Z_{max} (L-N). Тип используемого значения Z_{max} зависит от выбора входа:

- Z_L без размыкания
 - L-N: Используется Z_I Z_{max}
 - L-PE: используются Z_I Z_{max} и Z_{max}
- Z_L высокого тока
 - L-N: Используется Z_I Z_{max}
 - L-PE: Используется Z_{max}

Значения Z_{max} удерживаются при переключении между Z_L без размыкания и Z_L высокого тока. Значения Z_{max} сохраняются в памяти вместе с результатом проверки. Если перед сохранением изменить поля местоположения a, b или c, фактическим результатом проверки станет новое значение Z_{max}.

Автоматический запуск

Автоматический запуск позволяет ускорить выполнение проверки и является опцией, доступной при включении питания. Если Тестер


обнаруживает напряжение в сети при проверке контура/линии или УЗО, проверка запускается автоматически, без нажатия кнопки .

Проверка импеданса контура с УЗО 10 мА

Для измерения импеданса контура в цепи УЗО 10 мА рекомендуется выполнить проверку времени размыкания УЗО. Используйте номинальный испытательный ток в 10 мА и коэффициент $\times \frac{1}{2}$ для данной проверки.

Если напряжение короткого замыкания < 25 В или равно 50 В, в зависимости от местных требований, контур находится в исправном состоянии. Для расчета импеданса контура разделите напряжение короткого замыкания на 10 мА (импеданс контура = напряжение короткого замыкания $\times 100$).

Последовательность автоматической проверки (1664 FC)

1664 FC оснащен функцией автоматической проверки. Функция автоматической проверки позволяет запускать несколько проверок одним нажатием :


- Проверка линии (L-N)
- Проверка контура без размыкания (L-PE)
- проверка УЗО:
 - проверка пилообразного сигнала (тип А или тип АС, 30 мА, 100 мА, 300 мА)
 - или-
 - автоматическая проверка УЗО (тип А или тип АС, 30 мА, 100 мА)
- проверка сопротивления изоляции:
 - L-PE, от 50 В до 1000 В
 - L-N, от 50 В до 1000 В
 - N-PE, от 50 В до 1000 В

Тестер начинает с проверки линии/контура, затем проверяет УЗО. После размыкания УЗО Тестер переходит к выполнению проверки сопротивления изоляции. Функции предварительной проверки безопасности изоляции и Z_{max} всегда активны.

Эта последовательность проверок должна быть выполнена на розетке питания от сети с проводом для проверки питания от сети, защищенными УЗО с номинальным током короткого замыкания ≥ 30 мА.

Примечание

Последовательность автоматической проверки приведет к размыканию УЗО. Поскольку проверка сопротивления изоляции является частью последовательности, убедитесь в отсутствии подключенных приборов к проверяемой цепи.

При обратном положении клемм L и N Тестер автоматически переставит их внутренним способом и продолжит выполнение проверок. Если Тестер настроен на режим L-n (без автоматической перестановки проводов), проверки будут остановлены. Это состояние обозначается с помощью стрелок над символом указателя клеммы (.

Чтобы запустить автоматическую проверку:

1. Установите поворотный регулятор в положение AUTO TEST (Автоматическая проверка). См. таблицу 19.
2. Подключите провод для проверки питания от сети к Тестеру.

3. Перед выполнением проверки импеданса контура обнулите измерительные провода. Дополнительную информацию об обнулении измерительных проводов см. на стр. 22.
4. Подключите провод для проверки питания от сети к проверяемой розетке.
5. Нажмите F_3 для выбора типа УЗО и типа проверки.
6. Выберите номинальный ток короткого замыкания УЗО с помощью F_4 .

Таблица 19. Настройки автоматической проверки

Кнопка	Действие	1662		
		1664 FC	1663	1662
F_2	Обнуление смещения сопротивления измерительного провода	•		
F_3	Автоматическая настройка: АС (пилообразный сигнал), А (пилообразный сигнал), АС Авто или А Авто	•		
F_4	Текущие настройки УЗО: 30 мА, 100 мА или 300 мА* *значение 300 мА доступно только для проверки пилообразного сигнала	•		
	Выбор соответствующего напряжения проверки сопротивления изоляции: 50 В, 100 В, 250 В, 500 В и 1000 В	•		
TEST	Запуск последовательности автоматической проверки	•		



7. Нажмите F_3 , чтобы выбрать напряжение проверки сопротивления изоляции.
8. Нажмите и отпустите кнопку TEST .


На главном дисплее отображается импеданс контура Z_L или импеданс линии Z_1 . На вспомогательном дисплее отображается значение предполагаемого тока короткого замыкания на землю (PEFC) или

предполагаемого тока короткого замыкания (PFC) (I_k). Произойдет размыкание УЗО, и Тестер отобразит ток размыкания, а затем время размыкания. Запустятся проверки сопротивления изоляции, и после завершения каждой проверки можно будет увидеть результаты. При каждой завершённой проверке подается звуковой сигнал.

Примечание

Предупреждение о предварительной проверке безопасности нельзя отменить, поскольку включена предварительная проверка безопасности изоляции. Если в ходе предварительной проверки безопасности изоляции будет обнаружено подключенное оборудование, последовательность проверки будет остановлена.

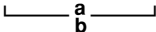
9. После выполнения проверки сбросьте УЗО.
10. Просматривайте результаты проверки с помощью . Первым отображается результат последнего выполненного измерения во время проверки изоляции N-PE. Нажмите стрелку вниз на , чтобы вернуться назад к первой проверке — проверке линии.

Результаты проверки находятся во временной памяти. Чтобы сохранить результаты проверки, нажмите . Дополнительную информацию см. в разделе *Режим памяти*.

Режим памяти

В Тестере можно хранить до 3000 измерений. Информация, сохраняемая для каждого измерения, включает в себя функцию проверки и все определяемые пользователем условия проверки.

Идентификатор местоположения содержит номер группы местоположения (a), номер подгруппы местоположения (b) и идентификационный номер расположения (c). Вы можете хранить несколько измерений в одной ячейке памяти (a,b,c) и просматривать их позднее с помощью Тестера или ПО, такого как ПО Fluke DMS. DMS предоставляет дополнительные инструменты для создания собственных названий ячеек памяти. Подробную информацию см. в *Руководстве пользователя ПО DMS*.

 a
b

В поле группы местоположения (a) указывается местоположение, например, помещение или номер электрического щита.

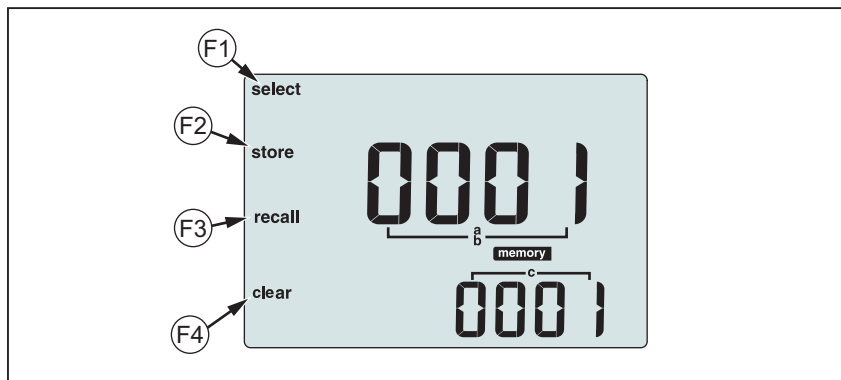
В поле подгруппы местоположения (b) указывается номер цепи.

 c

В поле идентификатора местоположения (c) указывается номер розетки или места.



Чтобы войти в режим памяти:








1. Нажмите кнопку  для перехода в режим памяти. См. рис. 15.



hw1056.eps

Рис. 15. Режим памяти

Текущий дисплей изменится на дисплей режима памяти. В режиме памяти на дисплее появляется значок **memory**. При первом переходе в режим памяти на главном числовом дисплее отображаются номер группы местоположения (a) и мигающая цифра. Изменение номера группы местоположения происходит по одной цифре за раз. Значение мигающей цифры изменяется с помощью . Нажмите , чтобы перейти к следующей цифре.

2. Чтобы изменить номер подгруппы местоположения, нажимайте кнопку  до тех пор, пока на дисплее не отобразится номер подгруппы местоположения (b). Каждую цифру можно изменить по отдельности с помощью . Номер подгруппы местоположения начинает мигать. Чтобы можно было изменить номер подгруппы местоположения, нажмите . Номер группы местоположения начинает мигать. Нажмите  несколько раз, чтобы изменить идентификационный номер местоположения.
3. Нажмите на кнопку со стрелкой вниз () для уменьшения номера или на кнопку со стрелкой вверх () для увеличения номера. Чтобы ускорить функцию увеличения или уменьшения, нажмите и удерживайте кнопку со стрелкой вверх или вниз .

Примечание

Для сохранения результатов проверки номер можно установить на любое значение. Для извлечения из памяти результатов проверки номер можно установить только на использованные значения.

Сохранение измерения

Для сохранения измерения:

1. Нажмите кнопку **MEMORY** для перехода в режим памяти.
2. Нажмите кнопку **F1** и с помощью кнопки со стрелками (**↕**) задайте идентификацию местоположения.
3. Нажмите кнопку **F2** для сохранения результатов проверки.
 - После сохранения результатов проверки Тестер автоматически выйдет из режима памяти и дисплей вернется к предыдущему режиму проверки.
 - Если память заполнена, на основном дисплее появится надпись FULL. Нажмите кнопку **MEMORY** для выхода из режима памяти.

Примечание

Отображение **ERR9** на главном дисплее указывает на наличие ошибки данных. Дополнительную информацию см. в Таблице 9.

Извлечение измерения из памяти

Для вызова измерения:

1. Нажмите кнопку **MEMORY** для перехода в режим памяти.
2. Нажмите кнопку **F3** для перехода в режим вызова.
3. С помощью **F1** и **↕** задайте идентификацию местоположения. На дисплее будут отображаться только ячейки памяти с сохраненными измерениями. Если результат проверки не сохранен, все поля отображаются в виде пунктира.
4. Нажмите кнопку **F3**, чтобы извлечь из памяти результат проверки. Дисплей Тестера вернется в режим проверки для отображения извлеченных из памяти результатов проверки. Кроме того, на дисплее остаются значки **memory** и **recall**, указывающие, что Тестер находится в режиме извлечения из памяти.
5. Нажмите **↕** для просмотра нескольких проверок, сохраненных в выбранном идентификаторе местоположения. Для каждой проверки отображается только основной результат, например Z_L для проверки контура, но не Z_{max} .
6. Если несколько результатов сохранены как часть единой проверки, нажмите **F1** для просмотра результатов данной проверки.

7. Нажмите кнопку **(F4)**, чтобы очистить результат проверки. На главном дисплее отображается **Cir?**. Еще раз нажмите **(F4)**, чтобы очистить извлеченное из памяти местоположение.
8. Нажмите кнопку **(F3)** для переключения между экраном идентификатора местоположения и экраном извлеченного из памяти результата проверки — это необходимо для проверки извлеченного из памяти идентификатора местоположения или для извлечения из памяти дополнительных результатов проверки.
9. Для выхода из режима памяти в любой момент нажмите кнопку **(MEMORY)**.

Очистить память

Для очистки всей памяти:

1. Нажмите кнопку **(MEMORY)** для перехода в режим памяти.
2. Нажмите кнопку **(F4)**. На главном дисплее отображается **Cir**. На вспомогательном дисплее отображается **LAST**.
3. Нажмите **(F3)**, чтобы разрешить очистку всей памяти. На дисплее отобразится **Cir All?**.
4. Нажмите **(F4)**, чтобы подтвердить очистку всей памяти. Вся память очищается и Тестер возвращается в измерительный режим.

Чтобы удалить (очистить) последний действительный сохраненный результат:

1. Нажмите кнопку **(MEMORY)** для перехода в режим памяти.
2. Нажмите кнопку **(F4)**. На главном дисплее отображается **Cir**. На вспомогательном дисплее отображается **LAST**.
3. Нажмите **(F4)**, чтобы удалить последний действительный сохраненный результат. Тестер вернется в измерительный режим.

Сообщение об ошибке памяти

Для обеспечения безопасности данных каждая запись данных имеет контрольную сумму CRC. Если контрольная сумма неверна, при запуске или при переходе в режим памяти на дисплее отображается **ERR9** (несогласованные данные).

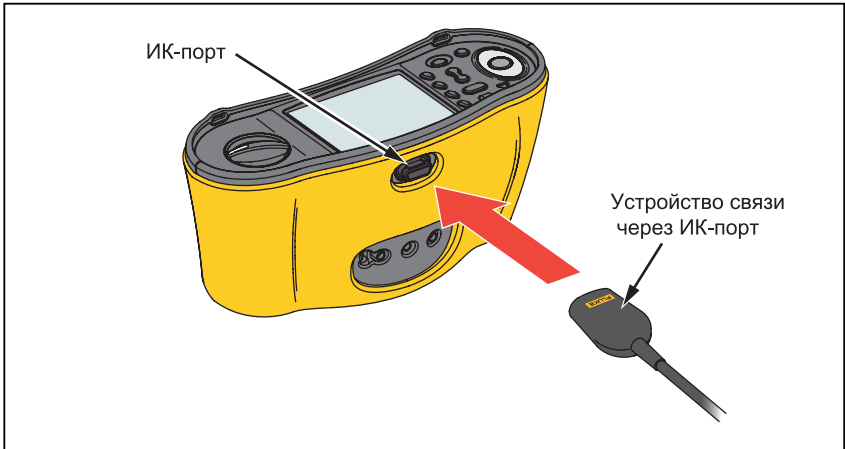
Чтобы продолжить:

- Загрузите все данные из памяти Тестера.
- Очистите память Тестера (может занять до 2 минут).
- Если сообщение **ERR9** появится снова, верните Тестер в сервисный центр Fluke.

Загрузка результатов проверки


Чтобы загрузить результаты проверки:

1. Подключите последовательный ИК-кабель к последовательному порту на ПК и к ИК-порту на Тестере. См. Рис. 16.



gei031.eps

Рис. 16. Подключение последовательного ИК-кабеля

2. Запустите программное обеспечение Fluke для ПК.
3. Нажмите кнопку , чтобы включить Тестер.
4. Подробные инструкции по установке метки даты/времени и загрузке данных с Тестера см. в документации на программное обеспечение.

Примечание

1664 FC позволяет загружать данные беспроводным способом на смартфон с помощью приложения Fluke Connect™, обмениваться данными с коллегами и отправлять данные в офис по электронной почте. Дополнительную информацию см. в разделе "Беспроводная система Fluke Connect".






Беспроводная система Fluke Connect

Прибор 1664 FC поддерживает беспроводную систему Fluke Connect™ (может быть недоступна в некоторых регионах). Fluke Connect™ — это система, которая беспроводным способом соединяет измерительные приборы Fluke с приложением на смартфоне. Система позволяет просматривать результаты проверки с Тестера на экране смартфона и обмениваться этими результатами с коллегами.

Кроме того, можно загрузить сохраненные результаты проверки на смартфон и отправить пакет данных по электронной почте.

Приложение Fluke Connect работает со смартфонами на системе iPhone и Android. Приложение доступно для загрузки из Apple App Store и Google Play.

Как получить доступ в Fluke Connect:

1. Нажмите на Тестере кнопку . На дисплее отобразится .
2. На смартфоне включите Bluetooth.
3. Откройте приложение Fluke Connect и выберите 1664 FC из списка.
4. На смартфоне будет показан экран Тестера. Если Тестер подключен к приложению, значок  будет мигать каждые 5 секунд.
5. Чтобы отключить на Тестере беспроводную систему, нажмите и удерживайте кнопку  >1 секунды.  исчезнет.

Перейдите по ссылке www.flukeconnect.com для получения подробной информации по использованию данного приложения.

Обслуживание

⚠⚠ Предупреждения

Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм следуйте данным инструкциям:

- Чтобы не допустить протекания батарей, убедитесь в их правильной полярности.
- В случае протекания батарей необходимо отремонтировать Прибор перед использованием.
- Ремонт Прибора следует доверять только авторизованным специалистам.
- Используйте только указанные сменные детали.
- Используйте для замены перегоревшего предохранителя только аналогичную модель, чтобы обеспечить непрерывную защиту от возникновения вспышки дуги.
- Не используйте прибор с открытыми крышками или с открытым корпусом. Возможно поражение электрическим током.
- Отключайте входные сигналы перед очисткой Прибора.

Периодически вытирайте корпус влажной тканью с мягким моющим средством. Не пользуйтесь абразивными материалами и растворителями.

Грязь и влага на клеммах могут влиять на показания прибора.

Для очистки клемм:

1. Выключите устройство и отсоедините все диагностические выводы.
2. Вытряхните всю грязь, которая накопилась в клеммах.
3. Смочите чистый ватный тампон спиртом и очистите внутреннюю поверхность каждой клеммы.


В таблице 20 представлен список заменяемых деталей для Тестера.

Таблица 20. Запасные детали

Описание	Номер детали
⚠ Предохранитель, 11 А, 1000 В 10,3 x 25,4 мм для щупа с предохранителем	803293
⚠ Предохранитель, 3,15 А, 500 В 6,35 x 32 мм для Тестера 166X	2030852

Проверка предохранителя


Для ручной проверки предохранителя:

1. Установите поворотный регулятор в положение **R_{Lo}**.
2. В качестве входа выберите L-PE.
3. Закоротите провода L-PE.
4. Нажмите  и удержите в нажатом положении.
5. Если предохранитель неисправный, на дисплее появится сообщение FUSE, указывающее, что Тестер поврежден и нуждается в ремонте. Для ремонта обратитесь в сервисный центр Fluke (см. раздел *Как связаться с Fluke*).

Проверка батареи

Тестер постоянно следит за напряжением батареи и отображает токовую нагрузку с шагом 25 %. При падении напряжения ниже 6,0 В (1,0 В/элемент) рядом со значком батареи отображается "0 %", что указывает на минимальный ресурс батареи.


Для выполнения проверки:

1. Установите поворотный регулятор в положение **V**.
2. Нажмите  и удерживайте в нажатом положении.

На вспомогательном дисплее отображается напряжение батареи.

Предупреждение

Во избежание поражения электрическим током или получения травм из-за неправильных показаний:

- **Заменяйте батареи сразу после появления значка  разряженной батареи.**
- **Убедитесь, что полярность батарей правильная. Неправильная полярность батареи может вызвать протекание.**

Замена батареи


Заменяйте батареи шестью батареями AA. Можно также использовать никель-металл-гидридные (NiMH) батареи 1,2 В. Из-за специфики никель-металл-гидридных батарей символ низкого заряда батареи может отображаться на дисплее Тестера, даже если батареи полностью заряжены.

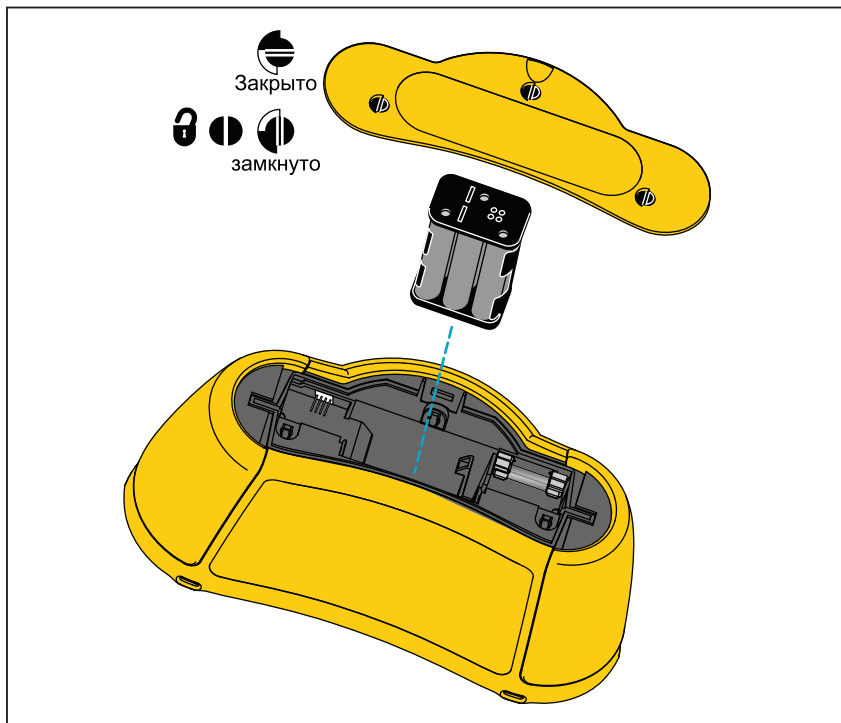
⚠⚠ Предупреждение

Во избежание поражения электрическим током, возникновения пожара или травм следуйте данным инструкциям:

- **Прежде чем заменять батарею, отключите измерительные провода и любые входные сигналы.**
- **Устанавливайте ТОЛЬКО заданные сменные предохранители с номиналами силы тока, напряжения и скорости, указанными в разделе Характеристики данного руководства.**

Чтобы заменить батареи (см. рис. 17):

1. Нажмите кнопку , чтобы выключить Тестер.
2. Отсоедините от клемм измерительные провода.
3. Чтобы снять крышку батарейного отсека, с помощью отвертки со стандартным наконечником поверните винты (3) крышки батарейного отсека на четверть оборота против часовой стрелки.
4. Нажмите на защелку и выдвиньте держатель батарей из Тестера.
5. Замените батареи.
6. Установите держатель батарей и крышку на место.
7. Поверните винты крышки батарейного отсека на четверть оборота по часовой стрелке, чтобы закрепить крышку.



gei028.eps

Рис. 17. Замена батарей

Характеристики

Общие характеристики

Размер	10,0 см (Д) x 25,0 см (Ш) x 12,5 см (В)
Масса (с батареями).....	1,3 кг
Батареи.....	6 x AA щелочные IEC LR6 Возможность использования с Возможность использования с никель-металл-гидридными (NiMH) батареями 1,2 В (в комплект не входят)
Ресурс батареи (обычно).....	200 часов без использования
Предохранитель	T3,15 A, 500 В, номинал прерывания: 1500 A
Рабочая температура	от -10 °C до +40 °C
Температура хранения	от -10 °C до +60 °C (ограничено характеристиками батареи) -40 °C в течение 100 часов
Относительная влажность.....	80 % от 10 °C до 35 °C 70 %, от 35 °C до 40 °C
Высота	
Рабочая	2 000 м
Хранения.....	12 000 м
Вибрация	MIL-PRF-28800F: Класс 2
Класс защиты от проникновения загрязнений	IEC 60529: IP 40
Безопасность	
IEC 61010-1	Степень загрязнения 2
IEC 61010-2-030.....	300 В CAT IV, 500 В CAT III
Максимальное напряжение между любой клеммой и заземлением	500 В
IEC 61010-031 (Принадлежности)	
Дистанционный щуп TP165X с колпачком	CAT IV 600 В, CAT III 1000 В, 10 А
Дистанционный щуп TP165X без колпачка.....	CAT II 1000 В, 10 А
Измерительные провода TL-L1, TL-L2, TL-L3	CAT IV 600 В, CAT III 1000 В, 10 А
Измерительные щупы с колпачком	CAT IV 600 В, CAT III 1000 В, 10 А
Измерительные щупы без колпачка.....	CAT II 1000 В, 10 А
Зажим типа "крокодил" AC285	CAT IV 600 В, CAT III 1000 В, 10 А
Шнур питания для конкретной страны	CAT II 250 В, 1000 В пост. тока

Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Международная..... IEC 61326-1: Портативные

CISPR 11: Группа 1, Класс А

Группа 1: Оборудование специально образует и/или использует гальванически связанную радиочастотную энергию, которая необходима для работы самого оборудования.

Класс А: Оборудование подходит для работы на всех объектах, кроме жилых и непосредственно подключенных к электросети низкого напряжения, обеспечивающей питание объектов, использующихся в жилых целях. Другие условия эксплуатации могут создавать потенциальные трудности для обеспечения электромагнитной совместимости ввиду кондуктивных и излучаемых помех.

Беспроводная радиостанция с переходником

Диапазон частоты от 2402 МГц до 2480 МГц

Выходная мощность <10 мВт

Производительность EN61557-1, EN61557-2, EN61557-3,
EN61557-4, EN61557-5, EN61557-6,
EN61557-7, EN61557-10

Предельные значения на дисплее

Следующие таблицы можно использовать для определения максимального или минимального значений на дисплее с учетом максимальной рабочей неопределенности прибора в соответствии с EN61557-1, 5.2.4.

Сопротивление изоляции (R_{ISO})

50 В		100 В		250 В		500 В		1000 В	
Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее
1	1,12	1	1,12	1	1,3	1	1,3	1	1,3
2	2,22	2	2,22	2	2,4	2	2,4	2	2,4
3	3,32	3	3,32	3	3,5	3	3,5	3	3,5
4	4,42	4	4,42	4	4,6	4	4,6	4	4,6
5	5,52	5	5,52	5	5,7	5	5,7	5	5,7
6	6,62	6	6,62	6	6,8	6	6,8	6	6,8
7	7,72	7	7,72	7	7,9	7	7,9	7	7,9
8	8,82	8	8,82	8	9,0	8	9,0	8	9,0
9	9,92	9	9,92	9	10,1	9	10,1	9	10,1
10	11,02	10	11,02	10	11,2	10	11,2	10	11,2
20	22,02	20	22,02	20	22,2	20	22,2	20	22,2
30	33,02	30	33,2	30	33,2	30	33,2	30	33,2
40	44,02	40	44,2	40	44,2	40	44,2	40	44,2
50	55,02	50	55,2	50	55,2	50	55,2	50	55,2
-	-	60	66,2	60	66,2	60	66,2	60	66,2
-	-	70	77,2	70	77,2	70	77,2	70	77,2
-	-	80	88,2	80	88,2	80	88,2	80	88,2
-	-	90	99,2	90	99,2	90	99,2	90	99,2
-	-	100	110,2	100	110,2	100	110,2	100	110,2
-	-	-	-	200	220,2	200	220,2	200	220,2
-	-	-	-	-	-	300	347	300	345
-	-	-	-	-	-	400	462	400	460
-	-	-	-	-	-	500	577	500	575
-	-	-	-	-	-	-	-	600	690
-	-	-	-	-	-	-	-	700	805
-	-	-	-	-	-	-	-	800	920
-	-	-	-	-	-	-	-	900	1035
-	-	-	-	-	-	-	-	1000	1150

Целостность (R_{LO})

Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее
0,2	0,16	3	2,68
0,3	0,25	4	3,58
0,4	0,34	5	4,48
0,5	0,43	6	5,38
0,6	0,52	7	6,28
0,7	0,61	8	7,18
0,8	0,7	9	8,08
0,9	0,79	10	8,98
1	0,88	20	17,98
2	1,78	30	26,8

Измерение контура (Z_I)

Контур Z_I Высокий ток		Контур Z_I Нет размыкания		Контур Z_I		Контур R_E	
Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее
0,20	0,14	-	-	3	2,53	3	2,72
0,30	0,23	-	-	4	3,38	4	3,62
0,40	0,32	0,40	0,28	5	4,23	5	4,52
0,50	0,41	0,50	0,37	6	5,08	6	5,42
0,60	0,50	0,60	0,45	7	5,93	7	6,32
0,70	0,59	0,70	0,54	8	6,78	8	7,22
0,80	0,68	0,80	0,62	9	7,63	9	8,12
0,90	0,77	0,90	0,71	10	8,48	10	9,02
1,00	0,86	1,00	0,79	20	16,98	20	18,02
1,10	0,95	1,10	0,88	30	25,3	30	27,2
1,20	1,04	1,20	0,96	40	33,8	40	36,2
1,30	1,13	1,30	1,05	50	42,3	50	45,2
1,40	1,22	1,40	1,13	60	50,8	60	54,2
1,50	1,31	1,50	1,22	70	59,3	70	63,2
1,60	1,40	1,60	1,30	80	67,8	80	72,2
1,70	1,49	1,70	1,39	90	76,3	90	81,2
1,80	1,58	1,80	1,47	100	84,8	100	90,2
1,90	1,67	1,90	1,56	200	169,8	200	180,2
2,00	1,76	2,00	1,64	300	253	300	272
-	-	-	-	400	338	400	362
-	-	-	-	500	423	500	452
-	-	-	-	600	508	600	542
-	-	-	-	700	593	700	632
-	-	-	-	800	678	800	722
-	-	-	-	900	763	900	812
-	-	-	-	1000	848	1000	902

Измерения УЗО/Ф (ΔT , $I_{\Delta N}$)

Время УЗО/Ф		Ток УЗО/Ф	
Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее
20	18,1	0,5	0,43
30	27,1	0,6	0,52
40	36,1	0,7	0,61
50	45,1	0,8	0,7
60	54,1	0,9	0,79
70	63,1	1	0,88
80	72,1	2	1,78
90	81,1	3	2,68
100	90,1	4	3,58
200	180,1	5	4,48
300	271	6	5,38
400	361	7	6,28
500	451	8	7,18
600	541	9	8,08
700	631	10	8,98
800	721	20	17,98
900	811	30	26,8
1000	901	40	35,8
2000	1801	50	44,8
-	-	60	53,8
-	-	70	62,8
-	-	80	71,8
-	-	90	80,8
-	-	100	89,8
-	-	200	179,8
-	-	300	268
-	-	400	358
-	-	500	448

Измерения заземления (R_E)

Предельное значение	Предельное значение на дисплее	Предельное значение	Предельное значение на дисплее
10	8,8	200	179,8
20	17,8	300	268,0
30	26,8	400	358,0
40	35,8	500	448,0
50	44,8	600	538,0
60	53,8	700	628,0
70	62,8	800	718,0
80	71,8	900	808,0
90	80,8	1000	898,0
100	89,8	2000	1798,0

Характеристики электрических измерений

Характеристика погрешности определяется как \pm (% показания + отсчеты цифр) при 23 °C \pm 5 °C, \leq 80 % относительной влажности. В диапазоне от -10 °C до 18 °C и от 28 °C до 40 °C характеристики погрешности могут снижаться на 0,1 x (характеристика погрешности) на °C. Цикл калибровки составляет 1 год.

Измерение напряжения переменного тока (V)

Диапазон	Разрешение	Погрешность 45—66 Гц	Входное сопротивление	Защита от перегрузки
500 В	0,1 В	0,8% + 3	320 к Ω	550 В ср.кв.знач.

Измерение сопротивления изоляции (R_{ISO})

Тестовое напряжение		Погрешность измерительного напряжения (при номинальном измерительном токе)
Модель 1662	Модель 1663 Модель 1664	
100-250-500-1000 V	50-100-250-500-1000 В	+10%, -0%

Испыта тельное напряж ение	Диапазон измерений сопротивления изоляция	Разрешение	Тестовый ток	Погрешность
50 В	от 10 к Ω до 50 М Ω	0,01 М Ω	1 мА при 50 к Ω	\pm (3% + 3 цифры)
100 В	от 100 к Ω до 20 М Ω	0,01 М Ω	1 мА при 100 к Ω	\pm (3% + 3 цифры)
	от 20 М Ω до 100 М Ω	0,1 М Ω		\pm (3% + 3 цифры)
250 В	от 10 к Ω до 20 М Ω	0,01 М Ω	1 мА при 250 к Ω	\pm (1,5% + 3 цифры)
	от 20 М Ω до 200 М Ω	0,1 М Ω		\pm (1,5% + 3 цифры)
500 В	от 10 к Ω до 20 М Ω	0,01 М Ω	1 мА при 500 к Ω	\pm (1,5% + 3 цифры)
	от 20 М Ω до 200 М Ω	0,1 М Ω		\pm (1,5% + 3 цифры)
	200 М Ω - 500 М Ω	1 М Ω		\pm 10%
1000 В	от 100 к Ω до 200 М Ω	0,1 М Ω	1 мА при 1 М Ω	\pm (1,5% + 3 цифры)
	200 М Ω - 1000 М Ω	1 М Ω		\pm 10%
Примечание: Число проверок сопротивления изоляции с новым комплектом батарей составляет >2000.				

Автоматический разряд	Постоянная времени разряда < 0,5 секунды для C = 1 μ F и меньше.
Определение цепи под напряжением	Блокирует проведение измерений, если перед началом измерения на клемме обнаружено напряжение > 30 В.
Максимальная емкостная нагрузка	Работает с нагрузкой до 5 μ F.

Предварительная проверка безопасности изоляции	Требуются соединения Тестера с клеммами L, N и PE.
---	--

Измерение электропроводности (R_{LO})

Диапазон (автоматическая настройка)	Разрешение	Напряжение в разомкнутой цепи	Погрешность
20 Ω	0,01 Ω	> 4 В	$\pm(1,5\% + 3 \text{ цифры})^{[1]}$
200 Ω	0,1 Ω	> 4 В	$\pm(1,5\% + 3 \text{ цифры})$
2000 Ω	1 Ω	> 4 В	$\pm(1,5\% + 3 \text{ цифры})$

[1] Для 10 мА добавьте 3 цифры.
Примечание: Число проверок целостности цепи с силой тока 250 мА при сопротивлении 1 Ω с комплектом новых батарей составляет >1500.

Настройка диапазона	Диапазон отображения	Испытательный ток ^[1]
250 мА	от 0,2 Ω до 2,0 Ω	250 мА
	от 2 Ω до 160 Ω	250 мА — 50 мА
	от 160 Ω до 800 Ω	10 мА
	от 800 Ω до 2000 Ω	2 мА
10 мА	от 0 Ω до 800 Ω	10 мА
	от 800 Ω до 2000 Ω	2 мА

[1] Для всех испытательных токов $\pm 10\%$.

Установка нуля для измерительного щупа	Нажмите кнопку (ZERO) , чтобы обнулить измерительный щуп. Может быть вычтено до 3 Ω сопротивления провода. Сообщение об ошибке для сопротивления > 3 Ω .
Определение цепи под напряжением	Блокирует проведение измерений, если перед началом измерения на клемме обнаружено напряжение > 10 В переменного тока.

Индикатор проводки питания от сети

Значки (🔌, 🔌, 🔌) появляются при обратном положении клемм L-PE или L-N. Проведение проверок контура и УЗО запрещено, и генерируется код ошибки, если входное напряжение не находится в пределах от 100 В до 500 В. Измерения контуров и УЗО в Великобритании запрещены при обратном положении клемм L-PE или L-N.

Импеданс контура и линии (Z_I без размыкания и высокий ток)

Диапазон входного напряжения сети питания	100 – 500 В переменного тока (45/66 Гц)
Входное соединение (выбирается экранной кнопкой)	Спротивление контура: фаза на землю
	Спротивление провода: фаза на нейтральный провод
Ограничение числа последовательных измерений	Автоматическое выключение при слишком высокой температуре внутренних компонентов.
Максимальное измерение тока при 400 В	20 А синусоидальный в течение 10 мс
Максимальное измерение тока при 230 В	12 А синусоидальный в течение 10 мс

Диапазон	Разрешение	Погрешность ^[1]
10 Ω ^[3]	0,001 Ω	Режим высокого тока м Ω : $\pm(2\% + 15 \text{ цифр})$
20 Ω	0,01 Ω	Режим без размыкания: $\pm(3\% + 6 \text{ цифр})$
		Режим высокого тока: $\pm(2\% + 4 \text{ цифры})$
200 Ω	0,1 Ω	Режим без размыкания: $\pm(3\%)$
		Режим высокого тока: $\pm(2\%)$
2000 Ω	1 Ω	$\pm 6\%$ ^[2]
Примечания [1] Действительно для сопротивления цепи нейтрали <20 Ω и до фазового угла системы 30° Измерительные провода должны быть обнулены перед проверкой. [2] Действительно для напряжения сети > 200 В. [3] Только 1664 FC.		

Предполагаемый ток короткого замыкания на землю (PEFC)

Предполагаемый ток короткого замыкания (PSC)

Вычисление	Предполагаемый ток замыкания на землю (PEFC/ I_k) или предполагаемый ток короткого замыкания (PSC/ I_k) определяется делением измеренного напряжения сети на измеренное сопротивление контура (L-PE) или сопротивление цепи соответственно.	
Диапазон	от 0 кА до 50 кА	
Разрешение и единицы	Разрешение	Единицы
	$I_k < 1000 \text{ A}$	1 А
	$I_k > 1000 \text{ A}$	0,1 кА
Погрешность	Определяется погрешностью измерения сопротивления цепи и сетевого напряжения.	

Проверка УЗО

Типы проверяемых УЗО

Ограничение числа последовательных проверок: Автоматическое выключение при проверках УЗО в случае слишком высокой температуры внутренних компонентов.

Тип УЗО ^[6]		Модель 1662	Модель 1663	Модель 1664
AC ^[1]	G ^[2]	●	●	●
AC	S ^[3]	●	●	●
A ^[4]	G	●	●	●
A	S	●	●	●
B ^[5]	G		●	●
B	S		●	●

[1] AC – срабатывание по переменному току

[2] G – Основной, без задержки

[3] S – С временной задержкой

[4] A – Срабатывание по импульсному сигналу

[5] B – Срабатывание по сглаженному постоянному току

[6] Испытание УЗО запрещено при напряжении > 265 переменного тока

Испытания УЗО разрешено только, если выбранный ток, усиленный сопротивлением заземлением, < 50 V.

Измерительные сигналы

Тип УЗО	Описание измерительного сигнала
Переменный ток (синусоидальный)	Форма сигнала – это синусоида, начинающаяся от прохождения через нуль, полярность определяется выбором фазы (фаза 0° начинается при пересечении синусоидой нулевой точки по направлению из нижнего в верхнее положение, фаза 180° начинается при пересечении синусоидой нулевой точки по направлению из верхнего в нижнее положение). Амплитуда измерительного тока для всех измерений равна $I_{\Delta n}$ x коэффициент усиления.
А (полуволна)	Форма сигнала — это полуволна выпрямленной синусоиды, начинающаяся в нулевой точке, полярность определяется выбором фазы (фаза 0° начинается при пересечении синусоидой нулевой точки по направлению из нижнего в верхнее положение, фаза 180° начинается при пересечении синусоидой нулевой точки по направлению из верхнего в нижнее положение). Амплитуда измерительного тока для всех измерений равна $2,0 \times I_{\Delta n}$ (rs) x коэффициент для всех проверок для $I_{\Delta n} = 0,01$ А. Модуль испытательного тока — это $1,4 \times I_{\Delta n}$ (rms) x коэффициент для всех проверок для всех остальных значений параметра $I_{\Delta n}$.
В (пост. ток)	Это сглаженный постоянный ток в соответствии с EN61557-6 Приложение А

Индикатор размыкания УЗО

В качестве индикации "удачной проверки" при проверке времени размыкания или тока размыкания УЗО появляется значок RCD ✓, если время размыкания соответствует следующим условиям:

Тип УЗО	$I_{\Delta N}$	Предельные значения времени размыкания
G	x 1	Менее чем 300 мс
S	x 1	между 130 мс и 500 мс
G	x 5	Менее чем 40 мс
S	x 5	Между 50 мс и 150 мс

Время размыкания УЗО (ΔT)

Функция проверки	Выбор тока УЗО						
	10 мА	30 мА	100 мА ^[1]	300 мА ^[1]	500 мА ^[1]	1000 мА ^[2]	var ^[3]
x ½, 1	●	●	●	●	●	●	●
x 5	●	●	●				
Ramp	●	●	●	●	●	●	●
Авто	●	●	●				

Сетевое напряжение 100 – 265 В, 45/66 Гц

[1] Для УЗО типа В требуется сетевое напряжение в диапазоне 195 – 265 В.
 [2] УЗО только типа АС.
 [3] Тип УЗО А ограничивается током до 700 мА, недоступно для УЗО типа В.


Коэффициент усиления по току	Тип УЗО ^[1]	Диапазон измерений		Погрешность измерения времени размыкания
		Европа	Великобритания	
x ½	G	310 мс	2000 мс	±(1% делений + 1 мс)
x ½	S	510 мс	2000 мс	±(1% делений + 1 мс)
x 1	G	310 мс	310 мс	±(1% делений + 1 мс)
x 1	S	510 мс	510 мс	±(1% делений + 1 мс)
x 5	G	50 мс	50 мс	±(1% делений + 1 мс)
x 5	S	160 мс	160 мс	±(1% делений + 1 мс)

[1] G – Общее, без задержки / S – С задержкой по времени

Измерение тока размыкания УЗО ($I_{\Delta N}$)/Проверка пилообразного сигнала

Диапазоны тока	Разм. шага	Время задержки при замыкании контактов		Погрешность измерения
		Тип G	Тип S	
30% – 110% номинального тока УЗО ^[1]	10 % от $I_{\Delta N}$ ^[2]	300 мс/шаг	500 мс/шаг	±5%
<p>[1] 30% – 150% для типа А $I_{\Delta N} > 10$ мА 30% – 210% для типа А $I_{\Delta N} = 10$ мА 20% – 210% для типа В</p> <p>Указанные диапазоны тока размыкания (EN 61008-1):</p> 50% – 100% для типа АС 35% – 140% для типа А (> 10 мА) 35% – 200 % для типа А (≤ 10 мА) 50% – 200% для типа В <p>[2] 5% для типа В</p>				

Проверка чередования фаз

Значок	Значок  . Работает индикатор чередования фаз.
Отображение последовательности чередования фаз	Для правильной последовательности чередования фаз в поле цифрового дисплея появляется строка "1-2-3". Для неправильной последовательности отображается "3-2-1". Тире вместо цифр указывают на то, что определить последовательность невозможно.
Диапазон входного напряжения сети питания (между фазами)	от 185 В до 500 В

Проверка сопротивления заземления (R_E)

Только для моделей 1663 и 1664.

Диапазон	Разрешение	Погрешность
200 Ω	0,1 Ω	$\pm(2\% + 5 \text{ цифр})$
2000 Ω	1 Ω	$\pm(3,5\% + 10 \text{ цифр})$

Диапазон: $R_E + R_{\text{щупа}}^{[1]}$	Тестовый ток
2200 Ω	3,5 мА
16000 Ω	500 μA
52000 Ω	150 μA
[1] Без внешнего напряжения	

Частота	Выходное напряжение
128 Гц	25 В

Определение цепи под напряжением	Блокирует проведение измерений, если перед началом измерения на клемме обнаружено напряжение $> 10 \text{ В}$ переменного тока.
---	---

Последовательность автоматической проверки

Только модели 1664 FC.

Соответствует характеристикам индивидуальных проверок.

Рабочие диапазоны и неопределенность согласно EN 61557

Функция	Диапазон отображения	EN 61557 Измерение рабочего диапазона неточно	Номинальные значения
V EN 61557-1	0,0 В перем. тока – 500 В перем. тока	50 В перем. тока – 500 В перем. тока $\pm(2\% + 2 \text{ цифры})$	$U_N = 230/400 \text{ В перем. тока}$ $f = 50/60 \text{ Гц}$
RLO EN 61557-4	0,00 Ω – 2000 Ω	0,2 Ω – 2000 Ω $\pm(10\% + 2 \text{ цифры})$	$4,0 \text{ В} < U_Q < 24 \text{ В}$ $R_{LO} \leq 2,00 \Omega$ $I_N \geq 200 \text{ МА}$
RISO EN 61557-2	0,00 М Ω – 1000 М Ω	1 М Ω – 200 М Ω $\pm(10\% + 2 \text{ цифры})$ 200 М Ω – 1000 М Ω $\pm(15\% + 2 \text{ цифры})$	$U_N = 50/100/250/500/1000 \text{ В}$ $I_N = 1,0 \text{ МА}$
ZI EN 61557-3	Z_I (не разьединение) 0,00 Ω – 2000 Ω	0,4 Ω – 2000 Ω $\pm(15\% + 6 \text{ цифр})$	$U_N = 230/400 \text{ В в с}$ $f = 50/60 \text{ Гц}$ $I_K = 0 \text{ А} - 10,0 \text{ кА}$
	Z_I (ток высокого напряжения) 0,00 Ω – 2000 Ω	0,2 Ω – 200 Ω $\pm(10\% + 4 \text{ цифры})$	
	Z_I (Высокий ток, высокое сопротивление) 0 М Ω – 9999 М Ω	100 м Ω – 9999 м Ω $\pm(8\% + 20 \text{ цифр})$	
	R_E 0,00 Ω – 2000 Ω	10 Ω – 1000 Ω $\pm(10\% + 2 \text{ цифры})$	
$\Delta T, I_{\Delta N}$ EN 61557-6	ΔT 0,0 мс – 2000 мс	25 мс – 2000 мс $\pm(10\% + 1 \text{ цифра})$	ΔT при 10 / 30 / 100 / 300 / 500 / 1000 / VAR МА
	$I_{\Delta N}$ 3 МА – 550 МА (VAR 3 МА – 700 МА)	3 МА – 550 МА $\pm(10\% + 1 \text{ цифра})$	$I_{\Delta N} =$ 10/30/100/300/500/VAR МА
RE EN 61557-5	0,0 Ω – 2000 Ω	10 Ω – 2000 Ω $\pm(10\% + 2 \text{ цифры})$	$f = 128 \text{ Гц}$
Фаза EN 61557-7			1 : 2 : 3
Примечание: dgt = цифры			

Операционная неопределенность для EN 61557

Операционная неопределенность отображает максимально возможную неопределенность с учетом всех влияющих факторов E1-E10.

	Вольт	RLo EN 61557-4	RISO EN 61557-2	ZI EN 61557-3	ΔT EN 61557-6	$I_{\Delta N}$ EN 61557-6	RE EN 61557-5
Собственная погрешность А	0,80%	1,50%	10,00%	6,00%	1,00%	5,00%	3,50%

Величина сопротивления	Вольт	RLo EN 61557-4	RISO EN 61557-2	ZI EN 61557-3	ΔT EN 61557-6	$I_{\Delta N}$ EN 61557-6	RE EN 61557-5
Положение – E1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Напряжение питания – E2	0,50%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	2,75%	2,00%
Температура – E3	0,50%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	2,25%	1,50%
Напряжение цикла помех – E4	-	-	-	-	-	-	2,00%
Сопротивление образцов и вспомогательных заземляющих электродов – E5	-	-	-	-	-	-	4,60%
Фазовый угол системы – E6.2	-	-	-	1,00%	-	-	-
Частота системы – E7	0,50%	-	-	2,50%	-	-	0,00%
Напряжение системы – E8	-	-	-	2,50%	2,50%	2,50%	0,00%
Пульсация – E9	-	-	-	2,00%	-	-	-
Величина постоянного тока – E10	-	-	-	2,50%	-	-	-

