

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «1» сентября 2021 г. № 1921

Регистрационный № 61483-15

Лист № 1
Всего листов 6

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Рефлектометры импульсные РИ-407

Назначение средства измерений

Рефлектометры импульсные РИ-407 (далее – рефлектометры) предназначены для:

- измерения длины кабелей;
- измерения расстояния до неоднородностей волнового сопротивления или повреждений, используя импульсный метод;
- измерения расстояния до места пробоя, используя импульсно-дуговой метод – совместно генератором высоковольтных импульсов (ГВИ);
- измерения расстояния до места пробоя, используя метод колебательного разряда (волновой) – совместно генератором высоковольтных импульсов (ГВИ);
- измерения коэффициента укорочения линии при известной ее длине;
- определения характера повреждений.

Рефлектометры могут работать с симметричными и несимметричными кабелями с волновым сопротивлением от 25 до 500 Ом.

Описание средства измерений

В основе принципа действия рефлектометров лежит метод импульсной рефлектометрии, который основывается на явлении частичного отражения электромагнитных волн в местах изменения волнового сопротивления линии.

Рефлектометром в линию посылается прямоугольный зондирующий импульс, который, частично отражаясь от неоднородностей, возвращается обратно. Зондирующий и отраженный импульсы наблюдаются на экране, масштабируемом по дальности и амплитуде.

По форме импульсов можно сделать вывод о характере неоднородности линии (обрыв, короткое замыкание, замокание и т.д.). По времени задержки отраженного сигнала и скорости распространения сигнала в линии рассчитывается расстояние до неоднородности волнового сопротивления.

Рефлектометры позволяют фиксировать множественные неоднородности линии, как дискретные, так и протяженные, в зависимости от соотношения их длины и минимальной длины волны спектра зондирующего импульса.

В качестве зондирующего используется импульс положительной полярности. Длительность зондирующего импульса автоматически меняется с изменением масштаба поддиапазона измерений. Параметры зондирующих импульсов приведены в Таблице 3.

Выходные и входные сигналы рефлектометров преобразуются с помощью АЦП, обрабатываются микропроцессором и результаты измерений отображаются на жидкокристаллическом дисплее. Результаты измерений (рефлектограммы) могут быть сохранены во внутренней памяти прибора (300 рефлектограмм), либо переданы на внешний накопитель (USB-Flash).

Реализация импульсно-дугового метода осуществляется при помощи дополнительного оборудования: генератора высоковольтных импульсов (ГВИ) и присоединительного устройства.

Сущность импульсно-дугового метода заключается в том, что с помощью ГВИ в месте повреждения кабеля создаются условия для возникновения кратковременной электрической дуги (пробоя), низкое сопротивление которой отражает низковольтный зондирующий импульс рефлектометра.

Для упрощения идентификации места повреждения кабеля импульсно-дуговым методом сопоставляют рефлектограммы до пробоя и во время пробоя.

Метод колебательного разряда (волновой) основан на измерении длительности периода колебательного процесса, возникающего при пробое заряженного кабеля. Реализация метода осуществляется при использовании дополнительного оборудования: генератора высоковольтных импульсов (ГВИ) и специального присоединительного устройства.

Сущность метода заключается в том, что с помощью ГВИ поднимают напряжение в кабеле до состояния пробоя, но не выше значения, обусловленного нормами профилактических испытаний. Дефект изоляции вызывает заплывающий пробой в месте повреждения, возникает искра, имеющая небольшое переходное сопротивление, и в кабеле происходит колебательный разряд. Зная скорость распространения электромагнитной волны в линии и период колебательного процесса, можно рассчитать расстояние до заплывающего пробоя.

Основные узлы рефлектометров: генератор импульсов, приемник импульсов, аналого-цифровой преобразователь, микропроцессор с энергонезависимой памятью, графический ЖК-дисплей диагональю 10 дюймов с разрешением 640 на 480 точек, клавиатура, источник питания.

Процесс управления всеми функциями рефлектометров осуществляется через систему меню с помощью функциональных клавиш. Приборы имеют индикацию режимов работы. Для привязки результатов измерений ко времени в приборах имеются системные часы.

Конструктивно рефлектометры выполнены в ударопрочном пластмассовом корпусе, закрываемом крышкой. ЖК-дисплей, органы управления и разъемы для подключения исследуемых линий, разъемы питания и порта USB расположены на лицевой панели.

Питание – от встроенной аккумуляторной батареи. Приборы оснащены функцией контроля состояния аккумуляторной батареи. Для экономии заряда батареи рефлектометры оснащены функцией автовыключения при бездействии.

Для предотвращения несанкционированного доступа к внутренним частям приборов винты крепления корпуса пломбируются.

Приборы относятся к ремонтируемым и восстанавливаемым изделиям.



Программное обеспечение

Рефлектометры имеют встроенное программное обеспечение (ПО).

Встроенное ПО (микропрограмма) реализовано аппаратно и является метрологически значимым. Метрологические характеристики приборов нормированы с учетом влияния встроенного ПО. Микропрограмма заносится в программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) приборов предприятием-изготовителем и недоступна для потребителя.

Таблица 1 – Характеристики встроенного программного обеспечения (ПО)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Микропрограмма
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	fb5065d866ae28dd1e05756d0fe539d8
Другие идентификационные данные (если имеются)	md5

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон измерений расстояния (временной задержки)	от 0 до 128000 м (от 0 до 1280 мкс)
Поддиапазоны измерений расстояния (временной задержки)	0 – 62,5 м (0 – 0,625 мкс); 0 – 125 м (0 – 1,25 мкс); 0 – 250 м (0 – 2,5 мкс); 0 – 500 м (0 – 5 мкс); 0 – 1000 м (0 – 10 мкс); 0 – 2000 м (0 – 20 мкс); 0 – 4000 м (0 – 40 мкс); 0 – 8000 м (0 – 80 мкс); 0 – 16000 м (0 – 160 мкс); 0 – 32000 м (0 – 320 мкс); 0 – 64000 м (0 – 640 мкс), 0 – 128000 м (0 – 1280 мкс)
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения расстояния (временной задержки) в нормальном диапазоне температур	$\pm 0,2$ % от значения поддиапазона
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения расстояния (временной задержки) в рабочем диапазоне температур	$\pm 0,4$ % от значения поддиапазона
Чувствительность приемного тракта при превышении сигнала над уровнем шума в 2 раза на всех поддиапазонах не хуже	10 мВ
Волновое сопротивление измерительного входа	75 Ом
Напряжение питания постоянного тока: - с встроенной аккумуляторной батареей (АКК1) - с встроенной аккумуляторной батареей (АКК2)	(7,2 $\pm$ 0,7) В (7 А·ч) (12,0 $\pm$ 1,0) В (7 А·ч)
Габаритные размеры	363×295×170 мм
Масса: - с встроенной аккумуляторной батареей (АКК1) - с встроенной аккумуляторной батареей (АКК2)	3,5 кг 5,2 кг
Нормальные условия применения: - температура окружающего воздуха - относительная влажность воздуха, %	20 $\pm$ 5 °С От 30 до 80 %
Рабочие условия применения: - температура окружающего воздуха - относительная влажность воздуха	от минус 20 до плюс 40 °С до 98 % при плюс 25 °С
Средняя наработка до отказа	6000 ч
Установленный полный срок службы	5 лет

Параметры зондирующего импульса положительной полярности приведены в таблице 3.

Таблица 3

Параметры зондирующего импульса	Импульс												
	10 нс	20 нс	50 нс	100 нс	200 нс	500 нс	1 мкс	2 мкс	5 мкс	10 мкс	20 мкс	50 мкс	100 мкс
τ_n , мкс	$\leq 0,01$	$\leq 0,02$	$\leq 0,05$	$0,1 \pm 0,01$	$0,2 \pm 0,02$	$0,5 \pm 0,05$	$1 \pm 0,01$	$2 \pm 0,2$	$5 \pm 0,5$	$10 \pm 1,0$	$20 \pm 2,0$	$50 \pm 5,0$	$100 \pm 10,0$
τ_n , нс	10	10	15	15	20	20	25	30	30	30	30	30	30
U_1 , В, не менее	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
U_2 , В, не менее	—	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	—

Примечание: τ_n – длительность импульса;

τ_n – время нарастания импульса;

U_1 – амплитуда зондирующего импульса в режиме работы « U_1 »;

U_2 – амплитуда зондирующего импульса в режиме работы « U_2 ».

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится методом трафаретной печати на лицевую панель приборов и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность

Наименование	Обозначение	Количество
Рефлектометр импульсный РИ-407	ТУ 4221-009-23133821-15	1 шт.
Сетевой адаптер (устройство зарядное)	-	1 шт.
Кабель соединительный для подключения к кабельной линии	НВ-А100	1 шт.
Кабель соединительный для подключения к специальному присоединительному устройству	НВ-В100	2 шт.
Сумка для аксессуаров	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	РЭ 4221-009-23133821-15	1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках (методах) измерений приведены в руководстве по эксплуатации РЭ 4221-009-23133821-15 в разделе 6 «Подготовка к работе и порядок эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к рефлектометрам импульсным РИ-407

- ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
- ГОСТ 8.129-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты.
- ТУ 4221-009-23133821-15 Рефлектометры импульсные РИ-407. Технические условия.

Изготовитель

Акционерное общество «ЭРСТЕД» (АО «ЭРСТЕД»),

Место нахождения: 196244, г. Санкт-Петербург, Витебский проспект, д. 23, корп. 1, лит. А, пом. 3Н.

Адрес деятельности: 196244, г. Санкт-Петербург, Витебский проспект, д. 23, корп. 1, лит. А, пом. 3Н.

ИНН 7810609756

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46

Тел./факс: (495)437-55-77 / 437-56-66;

Е-mail: office@vniims.ru, www.vniims.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 26.07.2013 г.