Измеритель длины кабеля

РЕЙС-50

Руководство по эксплуатации

С О Д Е Р Ж А Н И Е

1 Определения, обозначения и сокращения 4
2 Требования безопасности 5
3 Описание прибора и принципов его работы 5
3.1 Назначение 5
3.2 Условия окружающей среды 6
3.3 Состав прибора 6
3.4 Технические характеристики 7
3.5 Устройство и работа прибора 10
4 Подготовка прибора к работе 15
4.1 Подготовка к работе 15
5 Средства измерений 16
6 Порядок работы 17
6.1 Меры безопасности при работе с прибором 17
6.2 Расположение органов настройки и включения прибора 17
6.3 Сведения о порядке подготовки к проведению измерений 21

6.4 Порядок проведения измерений....32
6.4.1 Порядок действий при выполнении задач DC методом....32
6.4.2 Порядок действий при выполнении задач TDR методом....34
6.4.3 Порядок контроля работоспособности прибора....42
7 Поверка прибора....42
7.1 Общие сведения....42
7.2 Операции и средства поверки....42
7.3 Условия поверки....45
7.4 Проведение поверки....45
7.5 Оформление поверки....50
8 Техническое обслуживание....51
8.1 Общие указания....51
8.2 Порядок технического обслуживания прибора....51
9 Текущий ремонт....52
10 Хранение....52
11 Транспортирование....53
12 Упаковка....53

13 Маркирование и пломбирование.....54
14 ЗИП.....55

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления потребителя с комплектностью, техническими данными, принципом действия, конструктивными особенностями и правилами эксплуатации измерителя длины кабеля РЕЙС-50, именуемого в дальнейшем прибор.

1 Определения, обозначения и сокращения

В РЭ принята следующая система обозначения терминов:

- КЛ - кабельная линия;
- ВЛ - воздушная линия;
- РФГ - рефлектограмма;
- ЗИ - зондирующий импульс;
- КЗ - короткое замыкание;
- ТО - техническое обслуживание.

2 Требования безопасности

По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу защиты 3.

В приборе отсутствуют напряжения, опасные для жизни. Максимальное напряжение в приборе не превышает 5 В.

Все измерения необходимо производить на отключенной с обеих сторон линии. Во избежание выхода прибора из строя необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство.

3 Описание прибора и принципов его работы

3.1 ***Назначение***

3.1.1 Измеритель длины кабеля РЕЙС-50, ШМИЯ.411719.006.

3.1.2 Основные области применения:

- измерение длины кабелей и проводов при их производстве, складировании, учете и хранении;
- измерение длины кабелей и проводов при торговле ими;
- измерение длины кабелей при прокладке: во время строительства зданий и сооружений, монтажа электрических сетей, линий связи и контроля на кораблях, судах, самолетах и т.п., и при их последующей эксплуатации.

3.2 ***Условия окружающей среды***

Условия эксплуатации соответствуют группе 4 (по климатическим воздействиям) и группе 3 (по механическим воздействиям) ГОСТ 22261-94.

- рабочая температура окружающей среды от минус 10 до 55°С;
- относительная влажность воздуха 90% при температуре 30°С.

3.3 ***Состав прибора***

Состав прибора указан в таблице 1.

Таблица 1

Наименование, тип	Коли-чество	Примечание
1 Прибор РЕЙС-50	1	
2 Кабель присоединительный TDR	1	
3 Кабель присоединительный DC	1	С датчиком температуры
4 Кабель поверки	1	
5 Перемычка	1	Для поверки
6 Кабель USB 2.0	1	Для приборов с USB
7 Сумка	1	Для переноса
8 Руководство по эксплуатации	1	
9 Формуляр	1	
10 Блок питания-зарядки	1	Для приборов с USB

3.4 ***Технические характеристики***

Технические характеристики прибора указаны в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Значение
TDR метод:	
Диапазоны измеряемых расстояний (при коэффициенте укорочения 1,600)	62,5; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 м.
Предел допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения расстояния, не более	0,2% – в ручном режиме
Диапазон значений установки коэффициента укорочения:	от 1 до 7 с дискретностью 0,001
Амплитуда зондирующего импульса:	не менее 2,0 В
DC метод:	
Погрешность измерения сопротивления:	0,1% + единица младшего значащего разряда

Продолжение таблицы 2

Наименование	Значение
Разрешающая способность измерения сопротивлений:	0,1 мОм
Диапазон погонных сопротивлений:	0,036 ... 17900 Ом/км
Общие характеристики:	
Память:	возможность запоминания результатов измерений
Отображение информации:	встроенный дисплей с разрешением 128x64 с подсветкой
Время установления рабочего режима:	не более 1 мин
Питание:	4 батареи (или аккумулятора) типа AAA
Потребляемый ток:	не более 0,1 А
Средняя наработка на отказ:	не менее 6000 ч
Габаритные размеры:	125 x 80 x 35 мм
Масса:	не более 0,25 кг (со встроенными батареями)

3.5 ***Устройство и работа прибора***

В основу работы прибора положен метод импульсной рефлектометрии (TDR метод) и метод измерения сопротивления проводников (DC метод).

Метод импульсной рефлектометрии заключается в зондировании кабеля (двухпроводной линии) импульсами напряжения, приеме импульсов, отраженных от места повреждения и неоднородностей волнового сопротивления, выделении отражений от места повреждений на фоне помех (случайных и отражений от неоднородностей линий) и определении расстояния до повреждения по временной задержке отраженного импульса относительно зондирующего.

Для определения расстояния до места повреждения (неоднородности волнового сопротивления) в линию посылают импульс, измеряют интервал tx - время двойного пробега этого импульса до места повреждения, и рассчитывают расстояние до места повреждения Lx по формуле:

$$Lx = tx \bullet V/2 , \qquad (1)$$

где V - скорость распространения импульса в линии.

Отражение появляется в тех местах, где волновое сопротивление отклоняется от своего среднего значения: у муфт, у мест изменения сечения, у мест сжатия кабеля, в месте утечки, в месте обрыва, короткого замыкания, в месте ответвления, в конце кабеля и т.д.

Зондирующий и отраженные импульсы воспроизводятся на жидкокристаллическом экране, образуя рефлектограмму линии (рисунок 2).

При обрыве отраженный импульс имеет ту же полярность, что и зондирующий, при коротком замыкании отраженный импульс меняет полярность.

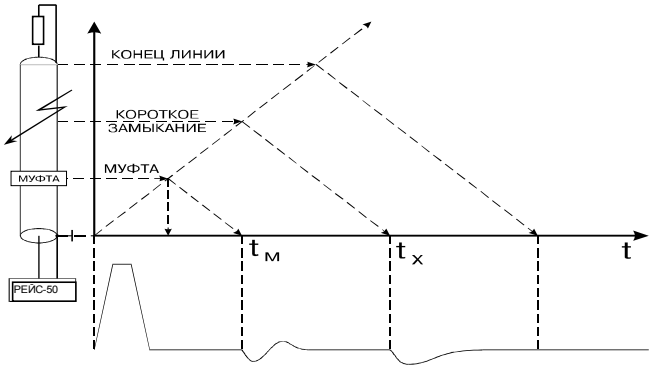


Рисунок 2 - Рефлектометрический метод определения места повреждения

Импульсный сигнал распространяется в линии с определенной скоростью, которая зависит от типа диэлектрика. Эта зависимость выражается в виде:

$$V = \frac{c}{\gamma} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}}, \qquad (2)$$

где: с - скорость света,

γ- коэффициент укорочения электромагнитной волны в линии,

ε - диэлектрическая проницаемость материала изоляции кабеля.

Коэффициент укорочения γ показывает во сколько раз скорость распространения импульса в линии меньше скорости распространения в воздухе.

Точность определения расстояния до места повреждения зависит от точности установки коэффициента укорочения.

Величина γ является справочной только для радиочастотных кабелей, для других типов кабелей не нормируется. Коэффициент укорочения можно определить методом импульсной рефлектометрии при известной длине кабеля. Числовые значения коэффициентов укорочения для кабелей и линий различных типов (до 64 коэффициентов с типом кабелей) могут быть записаны в память прибора изготовителем или самим потребителем и сохраняются там не менее 10 лет, в том числе при отключенном питании.

Для многожильных и многопарных кабелей коэффициент укорочения, волновое сопротивление и затухание различны для каждого варианта включения, поэтому рекомендуются включения прибора независимо от типа повреждения по схеме "жила - жила"; при повреждении одной из жил предусматривается схема "поврежденная жила - неповрежденная жила".

Если хотя бы предположительно известно, к какому концу кабельной линии ближе может быть расположено место повреждения, то для измерений нужно выбирать именно этот конец КЛ. В других случаях желательно проводить измерения последовательно с двух концов КЛ.

Даже такие повреждения как "короткое замыкание" и "обрыв", дающие максимальные отражения зондирующего сигнала, не всегда можно легко обнаружить. При большом затухании и больших неоднородностях волнового сопротивления амплитуда отражения от удаленных повреждений зачастую меньше, чем отражение от близко расположенных неоднородностей волнового сопротивления. Поэтому такое повреждение может быть сложным для обнаружения.

При использовании **DC метода** из прибора по жиле кабеля (изолированному проводнику) пропускается заданный ток, измеряется сопротивление жилы и на основе значения погонного сопротивления жилы или ее диаметра, материала проводника и температуры рассчитывается длина этого кабеля (изолированного проводника).

Особенность DC метода состоит в том, что он может быть использован для измерения не только многожильных кабелей, но и для одножильных кабелей (проводников с изоляцией). При измерении длины кабеля DC - методом прибор лучше подключать сразу к обоим концам жилы кабеля. Если в кабеле есть хотя бы две одинаковые изолированные жилы, то можно измерить длину кабеля, подключив прибор к этим жилам с одного конца кабеля. В этом случае нужно обязательно качественно накоротко соединить эти жилы на другом конце кабеля. А для получения длины кабеля измеренное значение нужно поделить на 2. При измерении длины одиночного изолированного проводника прибор нужно подключать к обоим концам кабеля.

Таким образом, при DC методе нужен обязательный доступ к кабелю с обоих его концов, в то время как при TDR методе достаточно доступа только с одного конца.

Конструктивно прибор выполнен в виде законченного устройства с установленными в нем четырьмя батареями или аккумуляторами типа ААА.

Прибор выполнен в портативном пластмассовом корпусе, состоящем из верхней и нижней крышек и крышки для аккумуляторного отсека. Крышки крепятся друг к другу при помощи самонарезных винтов, крышка для аккумуляторного отсека крепится к нижней крышке защелкой.

Электромонтаж выполнен на печатных платах с использованием транзисторов, интегральных микросхем зарубежного и отечественного производства.

На верхней крышке под специальным защитным стеклом встроена жидкокристаллическая панель размером 128x64 точки, предназначенная для отображения информации. Ниже нее находится пленочная панель с кнопками управления.

В передней части находятся разъем для подключений присоединительных кабелей, потенциометр с ручкой согласования выходного сопротивления.

Прибор и ЗИП укладываются в переносную сумку.

4 Подготовка прибора к работе

4.1 ***Подготовка к работе***

4.1.1 ***По степени защиты от поражения электрическим током*** прибор относится к классу защиты 3. В приборе отсутствуют напряжения, опасные для жизни.

4.1.2 ***Все измерения необходимо производить на отключенной с обеих сторон линии.***

Во избежание выхода прибора из строя необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство.

4.1.3 ***Объем и последовательность внешнего осмотра прибора.***

При внешнем осмотре прибора проверить:

- комплектность прибора согласно подразделу “Состав прибора”;
- отсутствие механических повреждений корпуса, регулировочных и соединительных элементов по причине некачественной упаковки или неправильного транспортирования;
- крепление органов управления, регулирования и подсоединительных элементов.

4.1.4 ***Правила и порядок осмотра рабочего места.***

В помещении, где работают с прибором, не должно быть источников сильных электрических и магнитных полей. Прибор не должен подвергаться вибрации, сотрясениям.

5 Средства измерений

Средства измерений необходимые при поверке приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Тип СИ или обозначение ТУ	Используемые основные технические характеристики	Требуемая погрешность КИА
1 Частотомер	Ч3-63/1	12 МГц	±0,01%
2 Магазин сопротивлений	Р4831	0,1 – 100000 Ом	±0,02%
3 Осциллограф	С1-152	100 МГц	

Примечание. Допускается использование другой аппаратуры, обеспечивающей необходимую точность измерений.

6 Порядок работы

6.1 ***Меры безопасности при работе с прибором.***

По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу защиты 3. В приборе отсутствуют напряжения, опасные для жизни.

Все измерения необходимо производить на отключенной с обеих сторон линии. Во избежание выхода прибора из строя необходимо предварительно разрядить линию, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство.

6.2 ***Расположение органов настройки и включения прибора.***

Все органы управления прибором показаны на рисунке 3, а их назначение и маркировка приведены в таблице 4.

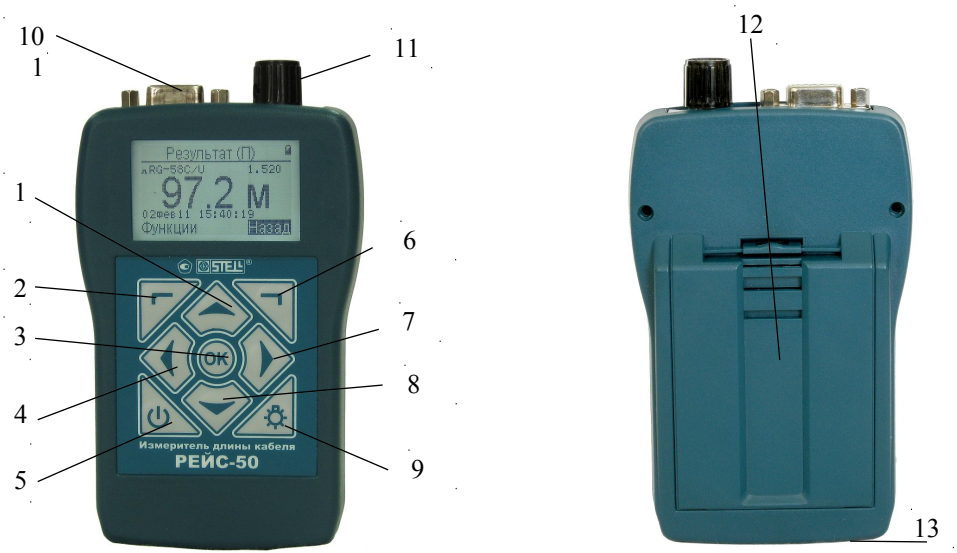

10
1
11
Результат (П)
RG-58C/U
1.520
97.2 м
02фев11 15:40:19
Функции
Назад
1
2
3
4
5
6
7
8
9
OK
Измеритель длины кабеля
РЕЙС-50
12
13

Рисунок 3

Таблица 4

Наименование органов управления и подсоединения	Маркировка	Назначение
1 Кнопка	⌒	Смещение вверх или увеличение значения выбранного параметра
2 Кнопка	⌐	Выбор подэкранной функции
3 Кнопка	**ОК**	Установка выбранного режима или параметра, вызов меню
4 Кнопка	⟨	Смещение влево или уменьшение значения выбранного параметра
5 Кнопка	⏻	Включение, выключение прибора
6 Кнопка	¬	Выбор подэкранной функции

Продолжение таблицы 4

Наименование органов управления и подсоединения	Маркировка	Назначение
7 Кнопка		Смещение вправо или увеличение значения выбранного параметра
8 Кнопка		Смещение вниз или уменьшение значения выбранного параметра
9 Кнопка		Включение подсветки
10 Гнездо		Подключение присоединительных кабелей
11 Ручка		Установка выходного сопротивления
12 Крышка	-	Крышка отсека аккумуляторов
13 Гнездо		Подключение кабеля USB, блока питания-зарядки

6.3 ***Сведения о порядке подготовки к проведению измерений.***

6.3.1 Прибор, находившийся в предельных климатических условиях, до включения необходимо выдержать в нормальных климатических условиях в течение не менее 1ч.

6.3.2 Для включения прибора нажмите кнопку и удерживайте ее до появления на экране картинки (рисунок 4), при первом включении после смены питания необходимо выбрать тип элементов (рисунок 5). После окончания калибровки прибор выдаст меню режима работы (рисунок 6).

Рисунок 4

Рисунок 5

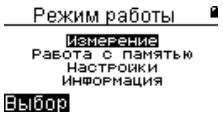


Рисунок 6

В правом верхнем углу экрана индицируется значок в виде батарейки “ ”, при полном разряде батареи прибор автоматически отключается.

При отсутствии нажатий на кнопки управления по истечении установленного в настройках времени появляется предупреждающий звуковой сигнал, через 10 секунд после появления которого прибор автоматически отключается.

Навигация по экранным меню осуществляется с помощью кнопок , , выбор пунктов - нажатием кнопки **ОК** или соответствующей подэкранной кнопкой.

Нажатием кнопки можно включать и изменять уровень подсветки экрана.

6.3.3 В пункте **Настройки** (рисунок 7) можно установить текущие дату и время (рисунок 8), устанавливать время автовыключения прибора и длину присоединительного кабеля TDR, отформатировать диск и обновить ПО.

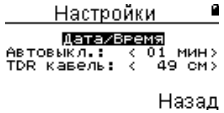


Рисунок 7

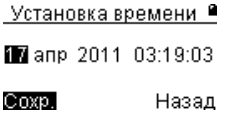


Рисунок 8

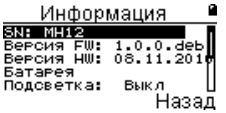


Рисунок 9

6.3.4 В пункте **Информация** (рисунок 9) можно посмотреть серийный номер прибора, версии прошивок, оценить состояние батареи питания и уровень включенной подсветки.

6.3.5 В пункте **Работа с памятью** (рисунок 10) можно просмотреть результаты 10 последних измерений (рисунок 11) или любых сохраненных в памяти (рисунок 12). Значок в виде импульса в начале имени указывает на результат измерений TDR методом, а в виде черты с точками – DC методом. Там же, через пункт **Функции** (рисунок 13) можно просмотреть, удалить выбранные результаты или очистить весь список сразу.

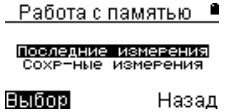


Рисунок 10

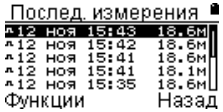


Рисунок 11

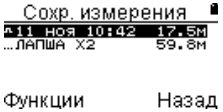


Рисунок 12

Рисунок 13

6.3.6 При выборе пункта **Измерение** появится запрос подключения присоединительного кабеля (рисунок 14). Для измерений TDR методом подключите соответствующий присоединительный кабель, появится кратковременное сообщение об активации метода и будет предложен выбор автоматического или ручного режима измерений (рисунок 15).

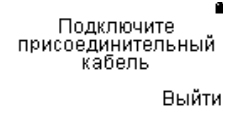


Рисунок 14

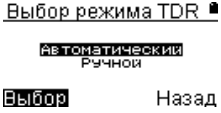


Рисунок 15

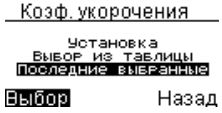


Рисунок 16

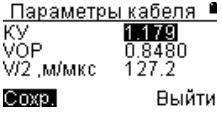


Рисунок 17

6.3.6.1 При выборе режима **Автоматический** будет предложено выбрать коэффициент укорочения (рисунок 16) несколькими способами: установкой вручную (рисунок 17), из таблицы в памяти (рисунок 18) или из последних 10 измерений (рисунок 19).

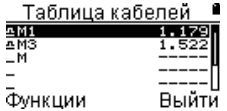


Рисунок 18

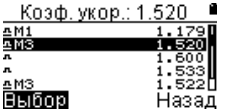


Рисунок 19

Рисунок 20

После выбора коэффициента укорочения необходимо согласовать выходное сопротивление прибора с волновым сопротивлением кабеля вращением ручки на передней части прибора (рисунок 20). Проведите измерение, нажав кнопку **ОК** или **Измерить**, на экране появится результат измерений (рисунок 21). Через меню **Функции** (рисунки 22, 23) можно сохранить результат измерения с автоматическим присвоением имени (пункт **Быстрое сохранение** рисунок 24) или ввести свое имя (рисунок 25), перейти в ручной режим измерения, изменить коэффициент укорочения, измерить коэффициент укорочения по известной длине кабеля (рисунок 26), просмотреть последние или сохраненные измерения.

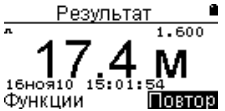


Рисунок 21

Рисунок 22

Рисунок 23

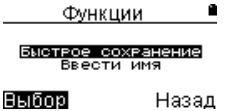


Рисунок 24

При неподключенной или слишком протяженной линий (или с большим затуханием) прибор выдаст сообщение (рисунок 27), в этом случае можно перейти в ручной режим измерения.

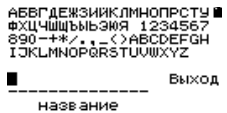


Рисунок 25

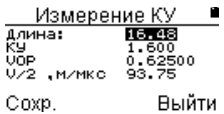


Рисунок 26

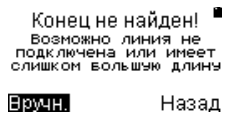


Рисунок 27

6.3.6.2 **Ручной** режим TDR метода позволяет детально провести измерения кабеля.

Включить ручной режим можно через меню **Измерения** (рисунок 15) или в автоматическом режиме перейти через меню **Функции** (рисунок 22). В правом верхнем углу экрана (рисунок 28) показывается текущий коэффициент укорочения, состояние батареи и режим отображения - со входа или из памяти прибора. В нижней строке два параметра, один из которых активный и подсвечивается темным фоном. Изменить левый параметр можно нажатием кнопок ◁ и ▷, а правый нажатием кнопок △, ▽.

Нажатием кнопки **ОК** вызывается главное меню (рисунок 29), в котором можно выбрать параметр для изменения:

Диапазон измерения (рисунок 28);

Растяжка относительно активного курсора (рисунок 30), в верхней строке экрана символически показывается часть диапазона, отображаемого на весь экран. Величина растяжки изменяется с коэффициентом 2;

Усиление и **Смещение** (рисунки 31, 32). Предел изменения усиления 60 дБ с шагом 6 дБ, пределы изменения смещения отображаются в процентах;

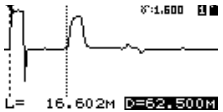


Рисунок 28

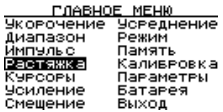


Рисунок 29

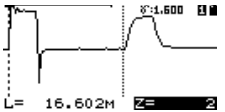


Рисунок 30

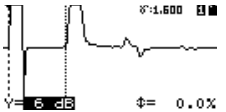


Рисунок 31

Импульс. Изменение длительности зондирующего импульса при изменении диапазона расстояний происходит автоматически пропорционально диапазону, режим фиксированной длительности зонда (рисунок 33) устанавливается нажатием кнопок ▵ , ▿ . Для возврата в режим автоматической установки длительности необходимо одновременно нажать кнопки ◃ , ▹ .

Курсор (рисунок 34). При нажатии кнопок ◃ или ▹ активный курсор, отмеченный вверху треугольным значком, смещается в соответствующем стрелке направлении. Выбор активного курсора (курсор 0 или курсор 1) производится нажатием кнопки ▵ или ▿ . Одновременное нажатие кнопок ◃ , ▹ приводит к совмещению курсоров возле активного.

Усреднение, кнопками ▵ , ▿ можно установить количество усреднений до 255 (рисунок 35).

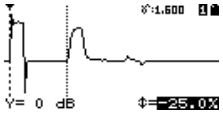


Рисунок 32

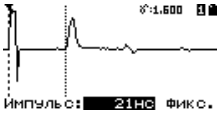


Рисунок 33

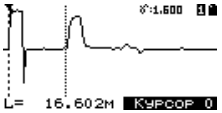


Рисунок 34

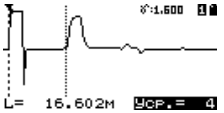


Рисунок 35

Укорочение, можно изменить величину коэффициента укорочения в режиме **Установка** кнопками ‹ , › (рисунок 17). Коэффициент укорочения можно выбрать из таблицы или записать в нее новые значения, удалить старые, переименовать, а также измерить по известной длине кабеля (рисунок 26).

Память. В режим работы с памятью прибора (рисунок 36) можно записать, прочитать или удалить любую РФГ с параметрами. В верхней строке показывается свободный объем памяти.

Режим. В пункте **Режим** (рисунок 37) можно выбрать режим сравнения или разности РФГ со входа и памяти или двух РФГ из памяти. При несовпадении параметров появится запрос (рисунок 38).

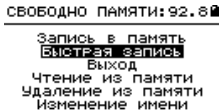


Рисунок 36

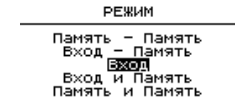


Рисунок 37

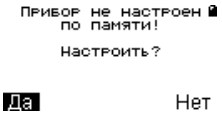


Рисунок 38

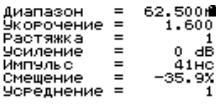


Рисунок 39

Калибровка. В этом пункте можно дополнительно провести калибровку прибора.

Параметры. В этом пункте можно одновременно просмотреть на экране все установленные параметры (рисунок 39).

6.3.7 Для измерений **DC** методом подключите соответствующий кабель, появится кратковременное сообщение об активации метода и будет предложен выбор режима **Автоматический** или **Омметр** (рисунок 40).

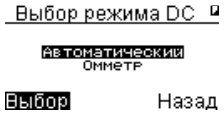


Рисунок 40

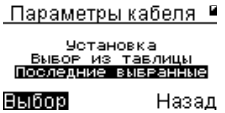


Рисунок 41

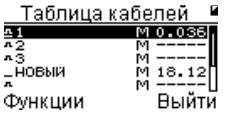


Рисунок 42

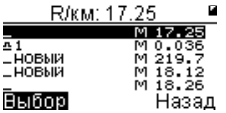


Рисунок 43

После выбора режима **Автоматический** необходимо установить параметры измеряемого кабеля (рисунок 41), можно выбрать из таблицы (рисунок 42) или из последних 10 измеренных кабелей (рисунок 43), или установить новые параметры (рисунок 44).

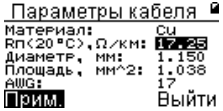


Рисунок 44

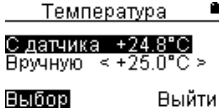


Рисунок 45

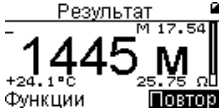


Рисунок 46

Рисунок 47

После установки параметров кабеля, устанавливается температура кабеля с датчика температуры или вводится вручную (рисунок 45). После окончания измерения выводится результат крупными цифрами в центре экрана (рисунок 46), над результатом отображается название кабеля, материал (медь – М, алюминий – А), погонное сопротивление, под результатом – температура и измеренное сопротивление. При прокрутке экрана появляется дата и время измерения.

Через подэкранную кнопку **Функции** результат измерения можно сохранить в памяти прибора (рисунок 47), изменить погонное сопротивление или измерить его по известной длине (рисунок 48), посмотреть таблицу последних или сохраненных измерений (рисунок 49), результаты которых можно просмотреть или удалить (рисунок 50). При просмотре результатов измерений из памяти так же можно изменять или измерять погонное сопротивление сохраненных кабелей (рисунок 51).

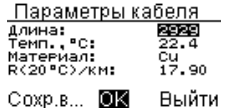


Рисунок 48

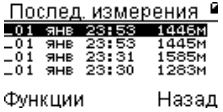


Рисунок 49

Рисунок 50

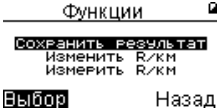


Рисунок 51

Режим омметра используется для измерения сопротивления. При сопротивлении кабеля до 100 Ом выдается звуковой сигнал (рисунок 52)

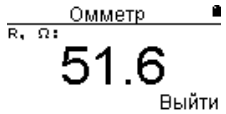


Рисунок 52

6.3.8 Перечень возможных неисправностей прибора в процессе подготовки и рекомендации по действиям при их возникновении приведен в таблице 5.

Таблица 5

Внешнее проявление и неисправности	Вероятная причина отказа	Метод устранения
1 Прибор не включается	Разряжены батареи питания (аккумуляторы)	Заменить батареи или зарядить аккумуляторы

6.3.9 Указания по контролю напряжения на батареях или аккумуляторах в процессе их эксплуатации.

При индикации признака разряда батареи или аккумуляторов необходимо произвести замену батареи из 4 элементов типа AAA или заряд аккумуляторов (например, блоком питания-зарядки или через кабель USB от компьютера, рисунок 53).

При заряде аккумуляторов на экране отображается рисунок в виде элемента питания с уровнем заряда (рисунок 54).

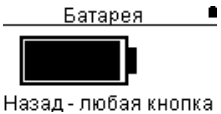


Рисунок 54

Рисунок 53

6.3.10 ***Порядок работы с компьютером***

При подключении прибора кабелем USB к компьютеру появляется запрос о подключении прибора как диска (рисунок 55), при нажатии кнопки **ДА** происходит соединение с компьютером.

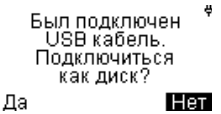


Рисунок 55

На компьютере прибор определяется как съемный диск с текстовыми файлами и рефлектограммами, сохраненными в памяти прибора при измерении TDR методом в ручном режиме. Последние можно просмотреть с помощью программы РЕЙД-7.

Для этого установите программу РЕЙД-7, подключите прибор к компьютеру. Запустите программу РЕЙД-7, выберите в верхнем меню **Файл**, **Импорт**, в открывшемся окне выберите диск и файлы для просмотра или сохранения. Во вновь открывшемся окне: **Рассматривать файл как** установите: **РФГ метода импульсной рефлектометрии прибора РЕЙС-50**. Появится изображение выбранной РФГ и параметры прибора.

6.4 ***Порядок проведения измерений***

6.4.1 ***Порядок действий при выполнении задач DC методом***

6.4.1.1 *Измерение длины кабеля*

При измерении длины кабеля прибор лучше подключать сразу к обоим концам жилы кабеля. Если в кабеле есть хотя бы две одинаковые изолированные жилы, то можно измерить длину кабеля, подключив прибор к этим жилам с одного конца кабеля. В этом случае нужно обязательно качественно накоротко соединить эти жилы на другом конце кабеля. А для получения длины кабеля измеренное значение нужно поделить на 2. При измерении длины одиночного изолированного проводника прибор нужно подключать к обоим концам проводника.

- Включите прибор нажав кнопку , подключите к разъему на передней стенке прибора присоединительный кабель для *DC* метода (с температурным датчиком). Выберите режим работы **Измерение**, режим **Автоматический**.

- Подключите к зажимам типа ″крокодил″ присоединительного кабеля выбранные жилы измеряемого кабеля, предварительно разрядив кабель (замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство). Температурный датчик разместите в непосредственной близости к кабелю.

- Выберите параметры измеряемого кабеля из таблицы памяти или из 10 последних выбранных. Если таких значений нет, установите их вручную. Для этого введите материал проводника и один из известных параметров (рисунок 56): погонное сопротивление, диаметр, площадь сечения или значение AWG, значения которых автоматически пересчитываются при изменении любого из них. Далее необходимо ввести температуру кабеля с датчика или вручную. После измерения результат можно сохранить в энергонезависимую память или повторить измерение (рисунок 57).

Рисунок 56

Рисунок 57

6.4.1.2 *Измерение погонного сопротивления*

При отсутствии данных погонного сопротивления кабеля (проводника) или для их уточнения, его можно измерить по отрезку кабеля известной длины. Чем длиннее будет отрезок и точнее данные о его длине, тем точнее можно измерить значение погонного сопротивления.

- Проведите измерения длины кабеля по п.6.4.1.2 с любыми установленными параметрами.
- Получив результат измерения, через левую подэкранную кнопку **Функции** выберите пункт **Измерить R/км** (рисунок 58) и введите известную длину (рисунок 59), температуру кабеля, материал. В нижней строке параметров кабеля автоматически пересчитается погонное сопротивление, которое можно сохранить в памяти или использовать для других отрезков кабеля того же наименования.

Рисунок 58

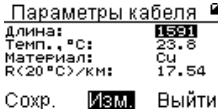


Рисунок 59

6.4.2 ***Порядок действий при выполнении задач TDR методом***

6.4.2.1 ***Автоматическое измерение длины кабеля***.

- Включите прибор, нажав кнопку , подключите к разъему на передней стенке прибора присоединительный кабель для *TDR* метода. Выберите режим работы **Измерение**, режим *TDR* – автоматический.

- Подключите к зажимам типа ″крокодил″ присоединительного кабеля выбранные жилы измеряемого кабеля, предварительно разрядив кабель, замкнув жилы между собой и на заземляющее устройство.

- Установите коэффициент укорочения, соответствующий типу кабеля из таблицы памяти или из 10 последних выбранных. Если такого значения нет, установите его вручную. При измерении импортных кабелей при установке коэффициента укорочения γ можно контролировать соответствующие укорочению γ фактор скорости VOP или величину V/2, все они учитывают скорость распространения и связаны формулой:

$\gamma = 1/VOP = 0{,}5 * C(V/2)$, где C – скорость света в вакууме. (4)

- Вращением ручки на приборе выполните согласование выходного сопротивления прибора с волновым сопротивлением кабеля.

- Нажмите левую подэкранную кнопку **Измерить**.

На экране появится результат измерения (рисунок 60), в центре крупными цифрами отображается длина кабеля, над ними: значок в виде импульса, имя кабеля (ЛИНИЯ1, если присвоено) и значение коэффициента укорочения (1.600); внизу дата и время измерения.

Рисунок 60

При расчете длины кабеля автоматически компенсируется длина присоединительного кабеля, установленная в настройках (по умолчанию 50 см).

Измерения можно повторить, нажав правую подэкранную кнопку **Повтор**, или сохранить в памяти, нажав левую подэкранную кнопку **Функции**. Сохранить результат измерения можно быстро без присвоения имени или с присвоением имени длиной до 15 знаков. В меню **Функции** так же можно изменить или измерить (по известной длине кабеля) значение коэффициента укорочения, просмотреть или удалить сохраненные результаты измерения и 10 последних измерений. Для более точного измерения расстояния и детального исследования кабеля можно перейти в ручной режим.

Если прибор не подключен к кабелю или кабель имеет слишком большую длину, то прибор сообщит об этом и можно будет вернуться назад для повторения измерения или перейти в ручной режим измерения.

6.4.2.2 ***Ручной режим измерения длины кабеля***.

При измерении расстояния до неоднородности или длины линии необходимо установить коэффициент укорочения, соответствующий данному типу линии. Установка величины коэффициента укорочения произво-

дится при выборе в главном меню (вызывается кнопкой **ОК**) пункта **Укорочение** аналогично действиям как и в автоматическом режиме.

Если необходимого типа кабеля в таблице нет, новое значение коэффициента укорочения можно установить в пункте **Установка укорочения** и записать в таблицу в пункте **Запись в таблицу** для уже имеющегося типа КЛ или с присвоением нового имени (рисунок 33) с максимальной длиной 14 знакомест. Набор имени производится из символов (рисунок 34) кнопками , , , и **ОК**.

В случае отсутствия каких-либо данных коэффициент укорочения может быть определен экспериментально (п. 6.4.2.3 д).

Примечание. При изменении коэффициента укорочения диапазон измерения расстояния изменяется. Чем больше коэффициент укорочения, тем меньше диапазон.

Влияние длительности зондирующего сигнала

При локализации мест повреждения длительность зондирующего импульса определяет разрешающую способность - минимальное расстояние между двумя неоднородностями или местами повреждений, когда отражения от них различимы каждое в отдельности, и дальность действия - максимальное удаление определяемого повреждения, когда наблюдается отраженный сигнал.

Чем короче зондирующий импульс, тем выше разрешающая способность.

Чем шире зондирующий импульс, тем больше дальность обнаружения повреждения.

С ростом длительности зондирующего импульса при постоянной амплитуде повышается перекрываемое затухание, т.е. дальность измерений, так как увеличивается амплитуда отраженного импульса. Одновременно уменьшается разрешающая способность, так как отраженный импульс расширяется и отражения от соседних неоднородностей накладываются друг на друга.

Режим работы с памятью.

Запоминание, чтение и удаление информации осуществляется после выбора пункта **Память** в главном меню.

В верхней строке отображается информация о наличии свободной памяти в процентах (рисунок 61).

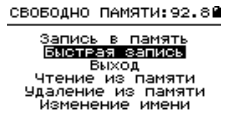


Рисунок 61

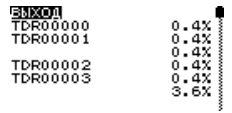


Рисунок 62

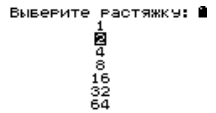


Рисунок 63

Рисунок 64

В режиме **Быстрая запись** можно быстро записать РФГ без растяжки и усреднения, имя будет присваиваться автоматически в формате “TDR№” (рисунок 62), где № - возрастающий при каждой быстрой записи номер.

В пункте **Запись в память** можно записать РФГ с дополнительной растяжкой до 64 раз (рисунок 63).

При этом максимальная растяжка зависит от объема свободной памяти и установленного диапазона.

Запись можно производить с усреднением до 255 раз (рисунок 64).

При считывании с линии с усреднением можно прервать усреднение нажатием на любую кнопку и записать результат с усреднением, полученным до момента прерывания усреднения.

Если создается новая запись, то имя РФГ присваивается аналогично записи имени коэффициента укорочения.

В режиме чтения из памяти можно просмотреть все параметры с которыми записана РФГ и настроить прибор по этим параметрам при выходе в нормальный режим (рисунок 65).

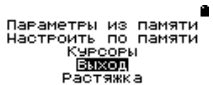


Рисунок 65

Без растяжки можно записать более 200 РФГ с установленными и измеренными параметрами.

Режим ***Усреднение*** используется при наличии в измеряемой линии несинхронных помех, наводок, а также для подавления внутренних шумов при большом усилении.

Количество усреднений (рисунок 35) устанавливается кнопками ▲, ▼ после выбора пункта **Усреднение** в главном меню.

При увеличении количества усреднений время обновления РФГ соответственно возрастает, при большом количестве усреднений в нижнем правом углу экрана появляется значок ▼, указывающий на время обновления РФГ. Максимальное количество усреднений – 255.

6.4.2.3 Определение места повреждения и параметров линии.

а) Последовательность операций при анализе рефлектограмм.

Ниже приведена последовательность операций при анализе сложных РФГ, позволяющих значительно уменьшить влияние синхронных и несинхронных помех:

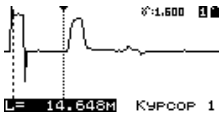
- устанавливают коэффициент укорочения измеряемого кабеля;
- во избежание пропуска повреждения устанавливают диапазон измерения расстояния больше предполагаемой длины кабеля;
- проверяют согласование выходного сопротивления прибора с волновым сопротивлением линии (пары);
- сглаживание отражений от муфт, ответвлений производят увеличением длительности ЗИ;
- проводят сравнение РФГ одной линии (пары) при разных длительностях зондирующего импульса;
- на фоне несинхронных (аддитивных) помех устанавливается режим **Усреднение** и производится локация повреждения при различном количестве усреднений;

При выявлении повреждения производят последнюю операцию определения места повреждения - измерение расстояния до повреждения.

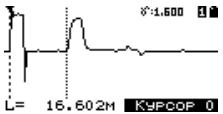
б) После локализации повреждения необходимо произвести отсчет расстояния. Точность измерения расстояния зависит от правильности установленного коэффициента укорочения.

Реальная точность отсчета расстояния зависит также от точности совмещения курсоров с точкой перегиба РФГ в начале линии (началом фронта зондирующего сигнала) и местом повреждения (началом фронта отраженного сигнала).

Совместите курсор 0 с началом фронта ЗИ, а курсор 1 - с началом отраженного импульса (рисунки 66, 67).



Неправильная установка
Рисунок 66



Правильная установка
Рисунок 67

При окончательной установке курсоров в ячейке "L= " таблицы индицируется величина измеренного расстояния (между курсорами); в полученный результат входит длина присоединительного кабеля, если он использовался для подсоединения линии. Для повышения точности установки курсоров необходимо пользоваться растяжкой.

д) Измерение коэффициента укорочения в линиях известной длины

Если есть кабель известной длины, а коэффициент укорочения не известен, то его можно определить следующим образом:

- подключить кабель к входу прибора;
- установить в ручном режиме соответствующий для измерения длины диапазон измерения;
- выставить курсоры на начало зондирующего и отраженного от конца кабеля импульсы;

- войти в режим **Измерение** пункта **Укорочение** главного меню.

Появится запрос о правильности установки курсоров (рисунок 68), при ответе “**Да**” установите известное значение длины кабеля с клавиатуры (рисунок 69). При этом будет автоматически рассчитано значение коэффициента укорочения.

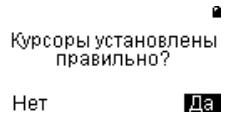


Рисунок 68

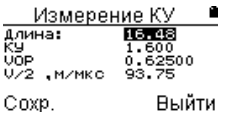


Рисунок 69

Точность измерения величины **γ,** определяется точностью измерения геометрической длины линии и точностью установки курсоров. Необходимо учитывать длину присоединительного кабеля.

е) Определение характера повреждения (неоднородности) производится по виду РФГ и полярности отраженного сигнала (приложение Б).

6.4.3 Порядок контроля работоспособности прибора.

Проверить возможность изменения величин параметров и режимов работы кнопками , , , , **ОК**.

Показателем правильности функционирования прибора является наличие на экране картинки с РФГ и курсорами в ручном режиме измерения TDR методом.

7 Поверка прибора

7.1 ***Общие сведения***

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки прибора.
Рекомендуемая периодичность проведения поверки - один раз в 2 года.

7.2 ***Операции и средства поверки***.

При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в таблице 8.

При обнаружении несоответствия характеристикам дальнейшая поверка рефлектометра прекращается. Рефлектометр подлежит забракованию и направлению в ремонт.

Таблица 8

Наименование операции	Пункт РЭ	Средство поверки	Основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операции		
				при выпуске из производства	после ремонта	при эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	7.4.1	-	-	да	да	да
Опробование	7.4.2	-	-	да	да	да

Продолжение таблицы 8

Наименование операции	Пункт РЭ	Средство поверки	Основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операции		
				при выпуске из производства	после ремонта	при эксплуатации и хранении
Определение метрологических параметров:	7.4.3					
Частота калибрационных меток;	7.4.3.1	Частотомер Ч3-63/1	Погрешность ± 0,01 %	да	да	да
Предел допускаемой основной погрешности измерения расстояния;	7.4.3.2	-	-	да	да	да
Диапазон устанавливаемых коэффициентов укорочения;	7.4.3.3	-	-	да	да	да
Амплитуда импульса	7.4.3.4	Осциллограф	5В, 100 МГц	да	да	да
Погрешность измерения сопротивления	7.4.3.5	Магазин сопротивлений Р4831	0,1-10000 Ом	да	да	да

Примечания

1 При проведении поверки разрешается применять другие средства поверки, обеспечивающие проведение измерений с требуемой точностью.

2 Средства измерения, используемые для поверки, должны быть поверены в органах государственной или ведомственной метрологической службы в соответствии с ПР 50.2.006 - 94.

7.3 ***Условия поверки***.

7.3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, ^{0}C	20 $\pm$ 5;
- относительная влажность воздуха, %	30 - 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	84 - 106 (630 - 795);
- напряжение питающей сети, В	220 $\pm$ 4,4;
- частота питающей сети, Гц	50 $\pm$ 0,5;

Примечание. Допускается проведение проверки в условиях, реально существующих в лаборатории, цехе и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации прибора и средств измерения, применяемых при поверке.

7.3.2 ***Подготовка к поверке.***

Для проведения поверки необходимо:

- разместить прибор на рабочем месте, обеспечить удобство работы;
- подготовить вспомогательные устройства из комплекта поверяемого прибора и средств поверки.
- средства поверки подключить к питающей сети, дать приборам прогреться.

7.4 ***Проведение поверки.***

7.4.1 ***Внешний осмотр.***

Внешний осмотр прибора производится в соответствии с п. 4.1.3 РЭ.
Приборы, имеющие дефект, бракуются.

7.4.2 ***Опробование.***

Опробование работы прибора производится в соответствии с п. 6.3 РЭ. Приборы, не обеспечивающие функциональные возможности бракуются.

7.4.3 ***Определение метрологических характеристик.***

7.4.3.1 Определение частоты калибрационных меток.
Подключить к входу прибора через кабель поверки частотомер Ч3-63/1. Включить прибор, перейти в режим **Измерение**. Измерить частотомером частоту следования калибрационных меток.
Частота следования калибрационных меток должна составлять (12000 $\pm$ 7) кГц.

7.4.3.2 Проверка предела допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения расстояния

Проверку проводят на младшем диапазоне с помощью встроенного калибратора при подключенном кабеле поверки.

Предел допускаемых значений основной приведенной погрешности измерения расстояния на остальных диапазонах не превышает погрешность измерения на младшем диапазоне и обеспечивается

схемным построением прибора.

Установить коэффициент укорочения 1,500, младший диапазон измерения, длительность импульса 0 нс, усиление 18 дБ.

Установить курсор 0 на пересечение с фронтом первой метки, курсор 1 совместить с фронтом второй метки. Установить растяжку 32 и более точно совместить курсоры с фронтами (первой точкой перегиба) меток в нижних точках экрана. Снять показание расстояния между первой и второй метками.

Переместить курсор 1 на фронт третьей метки и снять показание расстояния.

Повторить измерения по снятию отсчета расстояний последовательно для остальных меток.

Вычислить разность $\Delta_{ии}$ между эталонным расстоянием и измеренным.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения $\Delta_{ии}$ не превышают пределов допустимых значений $\Delta_{и}$, указанных в таблице 9.

Таблица 9

Метки	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8
Эталонное расстояние, м	8,33	16,66	25,0	33,33	41,66	50,0	58,33
Предел допустимых значений $\Delta_и$, м	±0,16	±0,16	±0,16	±0,32	±0,32	±0,32	±0,64

7.4.3.3 Проверка диапазона устанавливаемых значений коэффициентов укорочения и дискретности установки коэффициента укорочения.

Отключить кабель поверки. Подключить присоединительный кабель TDR, выбрать ручной режим.

Проверку установки коэффициента укорочения проводят по конечному значению диапазона.

В главном меню выбрать пункт **Укорочение**, **Установка**. Кнопками ⟨ , ⟩ проверить возможность изменения коэффициента укорочения с дискретностью 0,001. Установить коэффициент укорочения 1.000, выйти в главное меню, выбрать пункт **Диапазон** и снять показание пересчитанного диапазона. Повторить измерения для всех коэффициентов укорочения из таблицы 11.

Таблица 11

Коэффициент укорочения	Диапазон D (м)
1.000	100.00
1.500	66.667
4.000	25.000
7.000	14.286

Результат проверки считают удовлетворительным, если полученные величины диапазонов расстояния соответствуют данным таблицы, а дискретность установки коэффициента укорочения 0,001.

7.4.3.4 Проверка амплитуды зондирующего импульса

Установить ручку в крайнее левое положение, установить максимальный диапазон измерения расстояния. Измерить осциллографом на выходе присоединительного кабеля амплитуду зондирующего импульса.

Результат проверки считают удовлетворительным, если амплитуда зондирующего импульса не менее 2,0 В.

7.4.3.5 Проверка предела допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления

Подключите к входу прибора присоединительный кабель DC метода. Выберите в основном меню режим **Измерение**, затем **Автоматический**. Подключите зажимы кабеля к медной перемычке, проведите измерение. Подключите зажимы к магазину сопротивлений Р4831.

Установите на магазине последовательно значения сопротивлений из таблицы 12.

Вычислите разность между эталонным сопротивлением (таблица 12) и измеренным, при этом учитывайте смещение нуля магазина.

Таблица 12

Эталонное сопротивление, Ом	0 (перемычка)	0 (магазин)	10	100	1000	5000	9900
Предел погрешности, Ом	+0,1		±0,1	±0,2	±2	±6	±11

Если полученные разности не превышают пределов погрешностей, указанных в таблице 6, то результаты проверки считаются удовлетворительными.

7.5 ***Оформление результатов поверки***

Положительные результаты поверки измерителя оформить свидетельством о поверке с результатами измерений в форме таблицы 13 или записью в формуляре результатов и даты поверки (запись должна быть удостоверена клеймом).

Таблица 13

Наименование параметра	Значение		
	номинальное	допускаемое отклонение	фактическое
1 Частота калибрационных меток, кГц	12000	±7	
2 Предел допускаемых значений основной погрешности измерения расстояния, не более	0,2%		
3 Диапазон устанавливаемых коэффициентов укорочений	от 1 до 7	0,001	
4 Амплитуда зондирующего импульса В, не менее	2,0	-	
5 Погрешность измерения сопротивления, не более	0,1% +1 МЗР		

8 Техническое обслуживание

8.1 ***Общие указания***

8.1.1 В целях обеспечения постоянной исправности и готовности прибора к использованию по прямому назначению, а также после хранения необходимо соблюдать установленные в этом разделе порядок и правила технического обслуживания.

8.1.2 Предусматриваются следующие виды технического обслуживания:

- контрольный осмотр - перед и после использования по назначению и после транспортирования. Если прибор не использовался, проводится не реже одного раза в квартал;
- ТО №1 - один раз в 6 месяцев;
- ТО №2 - с периодичностью поверки и совмещается с ней;

8.2 ***Порядок технического обслуживания прибора***

8.2.1 Контрольный осмотр предусматривает:

а) внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений деталей из пластмасс, надежности крепления крышек прибора, разъемов и органов управления, состояния надписей;

б) удаление пыли, влаги с внешних поверхностей, чистку контактов;

в) контроль работоспособности в порядке, изложенном в разделе 2;

г) устранение выявленных недостатков.

8.2.2 ТО №1 включает проверки, предусмотренные при контрольном осмотре, а также:
- проверку состояния и комплектности ЗИП;
- проверку правильности ведения формуляра;
- устранение выявленных недостатков.

8.2.3 ТО №2 включает проверки, предусмотренные при контрольном осмотре и ТО №1, а также проверку метрологических характеристик по методике, изложенной в настоящем разделе.

9 Текущий ремонт

9.1 Ремонт производится на предприятии-изготовителе.

10 Хранение

10.1 Приборы в упакованном виде должны храниться в условиях отапливаемого хранилища при температуре окружающего воздуха от 0 до 40^0С и относительной влажности воздуха 80% при температуре 35^0С.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

11 Транспортирование

11.1 Транспортирование прибора может осуществляться всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков, пыли, песка и др.

В условиях, близких к рабочим, при эксплуатации прибор может транспортироваться в сумке для переноса на любом виде транспорта.

11.2 Условия транспортирования.

Условия транспортирования не должны быть жестче заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха от плюс 55 до минус 25°С;
- относительная влажность окружающего воздуха 95% при температуре плюс 25°С.

11.3 При погрузке, перевозке, выгрузке запрещается бросать и кантовать упаковку с прибором.

12 Упаковка

12.1 Прибор и ЗИП, упакованные в полиэтиленовые чехлы, укладываются в сумку для переноса. Для предохранения прибора и ЗИП от повреждений при транспортировании и в процессе эксплуатации используются амортизирующие прокладки.

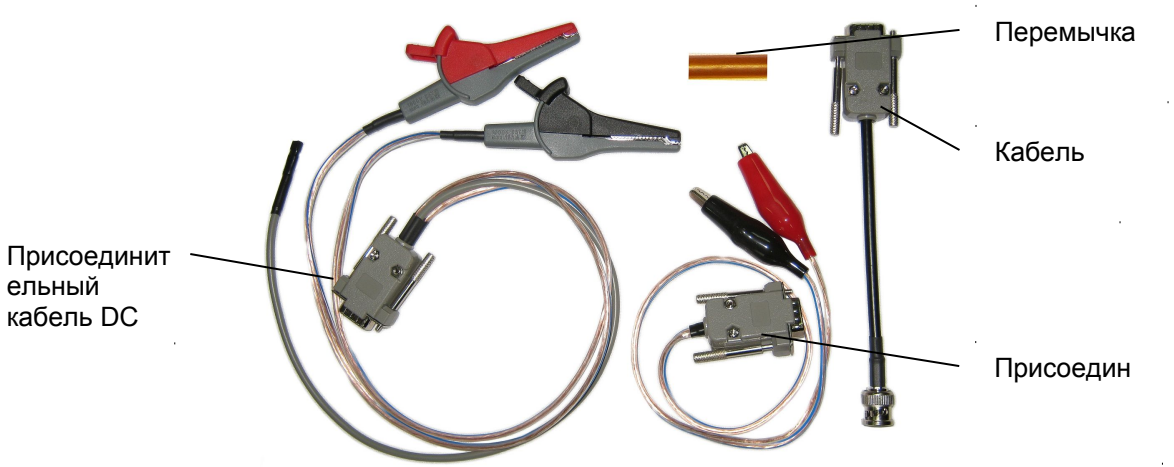
Эксплуатационная документация и опись помещаются в боковой карман сумки.

Сумка и боковой карман закрываются застежкой ″молния″.

13 Маркирование и пломбирование

13.1 На верхнюю крышку корпуса прибора нанесены:
- наименование и условное обозначение прибора;
- товарный знак предприятия - изготовителя;
- знак Госреестра.

13.2 Серийный номер наносится на нижнюю крышку прибора под аккумуляторами.

13.3 Для ограничения доступа внутрь прибора и для сохранения гарантии изготовителя в пределах гарантийного срока предусмотрено пломбирование прибора в гнезде с винтом крепления на нижней крышке прибора.

14 ЗИП